



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2014

---

## **Hochfrequenzhandel und systemische Risiken: Risikovorsorge im Finanzmarktrecht gestützt auf das Vorsorgeprinzip**

Contratto, Franca

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-101691>  
Journal Article

Originally published at:

Contratto, Franca (2014). Hochfrequenzhandel und systemische Risiken: Risikovorsorge im Finanzmarktrecht gestützt auf das Vorsorgeprinzip. *Gesellschafts- und Kapitalmarktrecht*, 9(2):143-160.



Franca Contratto\*

## Hochfrequenzhandel und systemische Risiken

Risikovorsorge im Finanzmarktrecht gestützt auf das Vorsorgeprinzip\*\*

### Inhaltsübersicht

- I. Einleitung und Problemstellung
- II. Faktische Ausgangslage
  1. Evolution des Börsenhandels seit den 1970er-Jahren
    - 1.1 Digitalisierung: Elektronischer Handel
    - 1.2 Automatisierung: Algorithmischer Handel
    - 1.3 Akzelerierung: Hochfrequenzhandel
  2. Hochfrequenzhandel auf den heutigen Märkten
    - 2.1 Verbreitung
    - 2.2 Auswirkungen auf die Marktstruktur
- III. Risiken: Identifikation, Analyse und Bewertung
  1. Risikoidentifikation
    - 1.1 Beeinträchtigung der Selbststeuerungsfähigkeit der Märkte
    - 1.2 Wachsende Instabilitäten im Börsenhandel
  2. Risikoanalyse
  3. Risikobewertung
    - 3.1 Wohlfahrtsökonomische Perspektive: Negative Externalitäten
    - 3.2 Normative Perspektive: Systemische Risiken und Systemrelevanz von Börsen
- IV. Risikovorsorge: Regulierung und Aufsicht
  1. Legitimation staatlicher Intervention gestützt auf das Vorsorgeprinzip
  2. Handlungsoptionen
  3. Regulatorische Vorgaben für Handelsplätze und Hochfrequenzhändler
    - 3.1 Standards zur Gewährleistung belastbarer Systeme
    - 3.2 Handelsregeln zur Sicherstellung eines geordneten Handelsverlaufs
    - 3.3 Vorgaben zur Minimierung von Interessenkonflikten
  4. Komplementäraufsicht (SNB/FINMA) für systemrelevante Handelsplätze
- V. Fazit und Ausblick

### I. Einleitung und Problemstellung

Die von Digitalisierung und Virtualisierung geprägte, posthumane Gesellschaft der Jahrtausendwende verlässt

sich zunehmend auf komplexe Systeme, die aus einer irreversiblen Verschmelzung technologischer und menschlicher Komponenten entstanden sind.<sup>1</sup> Das umfassendste und zweifellos bedeutendste dieser technosozialen Hybridsysteme<sup>2</sup> ist der automatisierte, algorithmisch gesteuerte Börsenhandel. Er hat sich im Verlauf weniger Jahre auf Basis spitzentechnologischer Innovationen zum sog. Hochfrequenzhandel weiterentwickelt, welcher sich durch Transaktionsgeschwindigkeiten weit *ausserhalb menschlicher Reaktionszeiten* charakterisiert.<sup>3</sup>

Dass beträchtliche Anteile des weltweiten Börsenhandels menschlicher Intervention weitestgehend entzogen sind, löst bei Vielen Unbehagen aus und dies nicht ohne Grund: Einerseits häufen sich in jüngster Zeit extreme Kursereignisse sowie Pannen wegen überlasteter Börsensysteme<sup>4</sup> und andererseits nähren Berichte von Branchenkennern Zweifel an der Integrität und Fairness der Praktiken der Hochfrequenzhändler.<sup>5</sup> Inzwischen sind

<sup>1</sup> Grundlegend zu dieser Entwicklung: KATHERINE HAYLES, *How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature and Informatics*, Chicago 1999. Aus kybernetischer Perspektive: NORBERT WIENER, *The Human Use of Human Beings*, Cybernetics and Society, New York 1950, 16 (zit. nach Auflage 1988).

<sup>2</sup> ALESSANDRO VESPIGNANI, *Predicting the behaviour of techno-social systems*, *Science* 325, 425–428 (2009). Zur Qualifizierung des globalen Finanzmarkts als sog. «system of systems (SoS)» siehe: DAVE CLIFF/LINDA NORTHROP, *The Global Financial Markets: An Ultra-Large-Scale Systems Perspective*, in: Calinescu/Garlan (Hrsg.), *Large-Scale Complex IT Systems*, Heidelberg 2012, 29–70, 39 f., eingehend dazu hinten, III.2.

<sup>3</sup> Während die durchschnittliche menschliche Reaktionszeit bei rund einer Sekunde liegt, wirbt die SIX Swiss Exchange mit dem Slogan «Die schnellste Börse der Welt» für Transaktionsgeschwindigkeiten im unteren Mikrosekundenbereich (Pressemitteilung vom 31.7.2012: <[www.six-swiss-exchange.com/news/overview\\_de.html?id=innet\\_100](http://www.six-swiss-exchange.com/news/overview_de.html?id=innet_100)>). Lediglich 37 Millionstel Sekunden beträgt die Latenzzeit, d.h. die Zeitspanne zwischen dem Signaleingang im Handelssystem bis zur Meldung, dass das Matching erfolgt ist (sog. Roundtrip). Während eines Wimpernschlags können somit bis zu 10'000 Transaktionen vorgenommen werden.

<sup>4</sup> Eingehend dazu hinten, III.1.2.

<sup>5</sup> Zusätzlich befeuert wurde die öffentliche Kritik durch den Ende März 2014 erschienen, auf Tatsachenberichten beruhenden Bestseller «Flashboys – Cracking the Money Code» des ehemaligen Investmentbankers und heutigen Wirtschaftsjournalisten MICHAEL LEWIS. Lewis' Enthüllungen wurden von der Presse weltweit aufgenommen; vgl. nur etwa NZZ vom 14.4.2014, 25, Die «Wall Street als Spielplatz der Hochfrequenzhändler». Für Einblicke in die Praktiken der Hochfrequenzhändler siehe auch: ERVIN KARP, 6, Mar-

\* Prof. Dr. iur., Assistenzprofessorin für Finanzmarktrecht an der Universität Zürich.

\*\* Erweiterte und mit Referenzen versehene Fassung der am 31.3.2014 an der Universität Zürich gehaltenen Antrittsvorlesung. Der vorliegende Beitrag ist im Rahmen des UFSP (Universitärer Forschungsschwerpunkt) Finanzmarktregulierung der Universität Zürich entstanden. Alle nachfolgend aufgeführten Webseiten wurden zuletzt besucht am 30.4.2014.

verschiedene *Aufsichtsbehörden* weltweit dazu übergegangen, die jüngsten Entwicklungen an den Börsen sehr genau zu verfolgen.<sup>6</sup> *Regulatoren* haben zudem erste Schritte zur Zählung des Hochfrequenzhandels und zur präventiven Minimierung allfälliger Risiken unternommen;<sup>7</sup> besonders eindrücklich sind die detaillierten Standards zum Hochfrequenzhandel, welche die EU im April 2014 im Rahmen von MiFID II<sup>8</sup> verabschiedet hat.

In der *Schweiz* wurde das Phänomen des Hochfrequenzhandels regulatorisch bisher nur marginal erfasst; konkrete Vorgaben bestehen lediglich mit Blick auf das Verbot marktmissbräuchlicher Verhaltensweisen.<sup>9</sup> Allerdings ist derzeit ein neues Eidgenössisches Finanzmarktinfrastukturgesetz (FinfraG) in Ausarbeitung, das die aufsichtsrechtlichen Vorgaben für sog. Finanzmarktinfrastrukturen, zu welchen auch die Börsen und alternative Handelsplattformen zählen, umfassend regeln wird.<sup>10</sup> Vor diesem Hintergrund möchte der vorliegende Beitrag analysieren, inwieweit die bereits kon-

zipierten Regelungen des VE-FinfraG den geradezu paradigmatisch veränderten Gegebenheiten des heutigen Börsenhandels Rechnung tragen. In diesem Kontext gilt es insbesondere die bisher noch weitestgehend ungeklärte, grundlegende Frage zu klären, ob der ultraschnelle Börsenhandel sogar eine potentielle *Quelle systemischer Risiken* darstellen könnte. Sollte sich diese These im Rahmen der nachfolgenden Risikoanalyse erhärten, wären die für andere systemrelevante Institute und Funktionen bereits entwickelten, bewährten Regulierungs- und Aufsichtskonzepte analog heranzuziehen und auf die spezifischen Risikoexpositionen von Börsen und Handelssystemen zu adaptieren.

Der Beitrag beschreibt zunächst die Entwicklung, die Charakteristika und die Bedeutung des Hochfrequenzhandels auf den heutigen Märkten (II.). Anschliessend werden die mit dem Hochfrequenzhandel verbundenen Risiken anhand von empirischen Erfahrungswerten identifiziert und auf Basis ökonomischer sowie systemtheoretischer Ansätze analysiert, wobei der Fokus auf Risiken systemischer Art liegt (III.). Schliesslich werden Konzepte zur präventiven Risikoversorgung für den spitzen-technologisch dominierten Börsenhandel entwickelt (IV.), welche schliesslich in ein paar rechtspolitischen *«desiderata»* an den Gesetzgeber münden (V.).

## II. Faktische Ausgangslage

### 1. Evolution des Börsenhandels seit den 1970er-Jahren

Die Eigenheiten des Börsenhandels in seiner heutigen Form lassen sich nur als Produkt eines tiefgreifenden Strukturwandels verstehen, welcher die Märkte im Laufe der vergangenen vier Dekaden geprägt hat. Gleichsam parallel wurden die Handelsplätze einerseits durch *regulatorisch-politische Entwicklungen* – «Deregulierung» bzw. «Dekartellierung» und «Privatisierung»<sup>11</sup> – und andererseits durch Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie<sup>12</sup> grundlegend umgestaltet. Für die Zwecke der vorliegend behandelten Fragestellung von besonderem Interesse ist der zweite Entwicklungsstrang – er lässt sich mit den drei *technologischen Evolutionsstufen* der «Digitalisierung», «Automatisierung» und «Akzelerierung» des Börsenhandels umschreiben.<sup>13</sup>

chés financiers, Le soulèvement des machines, Paris 2013; FRÉDÉRIC LELIÈVRE/FRANÇOIS PILET, Krach machine, Comment les traders à haute fréquence menacent de faire sauter la Bourse, Paris 2013.

<sup>6</sup> So setzt sich etwa eine aktuelle Untersuchung von FBI, SEC, CFTC und FINRA mit der Frage auseinander, ob bei bestimmten Strategien von Hochfrequenzhändlern marktmissbräuchliche Verhaltensweisen vorliegen (Wall Street Journal vom 31.3.2014, FBI Investigates High-Speed Trading). Mit den Auswirkungen des Hochfrequenzhandels auf die Markteffizienz und -integrität setzen sich bereits seit einiger Zeit das Technical Committee der IOSCO im Auftrag der G20 (dazu hinten, FN 23) sowie die Europäische Wertpapieraufsichtsbehörde ESMA (dazu hinten, FN 148) auseinander.

<sup>7</sup> Rechtsgestalterisch von grosser Bedeutung war das deutsche Hochfrequenzhandelsgesetz (Gesetz zur Vermeidung von Gefahren und Missbräuchen im Hochfrequenzhandel vom 7.5.2013, BGBl. 2013 Teil I Nr. 23, 1162), zumal es für die regulatorische Entwicklung in der EU (dazu nachfolgend FN 8) wegweisend war. Zudem wurden in verschiedenen Ländern Finanztransaktionssteuern eingeführt. Dazu hinten, IV.2.

<sup>8</sup> Richtlinie des Europäischen Rates und des Parlaments über Märkte für Finanzinstrumente sowie zur Änderung der Richtlinien 2002/92/EG und 2011/61/EU (Neufassung; nachfolgend: MiFID II). Der Richtlinientext wurde am 15.04.2014 vom Europäischen Parlament verabschiedet, die Genehmigung durch den Europäischen Rat erfolgte am 13.05.2014. Die Veröffentlichung im Amtsblatt steht noch aus, weshalb sich sämtliche Verweise in diesem Beitrag auf den am 29.04.2014 publizierten Text beziehen (siehe: <<http://register.consilium.europa.eu/doc/srv?l=DE&f=PE%2023%202014%20INIT>>).

<sup>9</sup> Art. 33f BEHG (Marktmanipulation) i.V.m. FINMA-Rundschreiben 2013/08 «Marktverhaltensregeln», insbes. N 18 (falsche oder irreführende Signale) sowie die nicht abschliessende Aufzählung unzulässiger Handelspraktiken in N 20–30. Der Erläuterungsbericht der FINMA (<[www.finma.ch/d/regulierung/anhoeerungen/Documents/eb-rs-marktverhaltensregeln-20130327-d.pdf](http://www.finma.ch/d/regulierung/anhoeerungen/Documents/eb-rs-marktverhaltensregeln-20130327-d.pdf)>), 11, stellt klar, dass die typischen manipulatorischen Verhaltensweisen von Hochfrequenzhändlern, wie *Quote Stuffing*, *Spoofing*, *Layering* und *Momentum Ignition* unter Art. 33f BEHG fallen.

<sup>10</sup> Das FinfraG wird die bisher im Börsengesetz von 1995 (BEHG; SR 954.1) verankerten Vorgaben für Börsen und «börsenähnliche Einrichtungen» ersetzen. Die Botschaft des Bundesrates wird im August 2014 erwartet; der in diesem Beitrag in Teilen kommentierte Text des Vorentwurfs (VE-FinfraG) vom 29.11.2013 samt Vernehmlassungsbericht ist abrufbar unter <[www.admin.ch/ch/d/gg/p/documents/2287/FinfraG\\_BG\\_de.pdf](http://www.admin.ch/ch/d/gg/p/documents/2287/FinfraG_BG_de.pdf)>.

<sup>11</sup> Eingehend dazu: RICHARD T. MEIER/TOBIAS SIGRIST, Der helvetische Big Bang, Die Geschichte der SWX Swiss Exchange, Zürich 2006, 61 ff., insbes. 64 f.

<sup>12</sup> Eingehend dazu: HEINZ ZIMMERMANN, Effektenhandel im technologischen und regulatorischen Umbruch, in: Strebel-Aerni (Hrsg.), Finanzmärkte im Banne von Big Data, Zürich 2012, 95 ff., 97 f.

<sup>13</sup> Für eine schön nachgezeichnete, bis ins 18. Jahrhundert zurückreichende Geschichte der Technik auf den Finanzmärkten siehe: DAVE CLIFF/DAN BROWN/PHILIP TRELEAVEN, Technology trends in the

### 1.1 Digitalisierung: Elektronischer Handel

In seiner herkömmlichen Ausprägung fand der Börsenhandel in direkter Interaktion zwischen Menschen statt (Handel *à la criée*, Präsenz- oder Parketthandel<sup>14</sup>). Etwa seit Beginn der 1970er Jahre fand jedoch eine schleichen- de Digitalisierung statt, im Zuge derer die traditionellen Präsenzbörsen mehr und mehr durch elektronische Handelssysteme ersetzt wurden.<sup>15</sup> Mit der Digitalisierung löste sich der Markt von einem verbindlichen Raum- und Zeitgefüge, denn beim elektronischen Handel war ein physisches Aufeinandertreffen der Händler nicht mehr erforderlich. Dennoch blieb der Börsenhandel in *Menschenhand*, denn die massgeblichen Entscheidungen wurden nach wie vor von Händlerinnen und Händlern aus Fleisch und Blut gefällt. Maschinen – d.h. das Handelssystem mit seinen Schnittstellen (*interfaces*) in den Handelsräumen der Banken – dienten lediglich dem Vollzug der Transaktionen.

### 1.2 Automatisierung: Algorithmischer Handel

Stetig wachsende Handelsvolumina zeigten ungefähr ab Mitte der 1980er-Jahre die Grenzen des manuell von Menschenhand gesteuerten Börsenhandels auf. Vor diesem Hintergrund entwickelte sich in den USA der sog. Programmhandel (*program trading*)<sup>16</sup> – ein Vorläufer des sog. algorithmischen Handels, der heute global verbreitet ist. Der algorithmische Handel läuft automatisiert, d.h. ohne direkten menschlichen Zugriff ab, basiert jedoch auf komplexen, von einem Menschen programmierten und in eine Software eingebetteten Handlungs-

anweisungen.<sup>17</sup> Dabei wird üblicherweise wie folgt unterschieden:<sup>18</sup>

- Beim *computergestützten Handel* werden Algorithmen entweder zur Informationsbeschaffung durch permanente Beobachtung und Auswertung von Marktdaten in Echtzeit oder zur automatisierten Weiterleitung bestehender Kauf- und Verkaufsaufträge (sog. Orders) an den jeweils vorteilhaftesten Handelsplatz (*order routing*) eingesetzt.
- Beim *computergenerierten Handel* werden Orders automatisch auf Basis algorithmischer Prozesse ausgelöst. Ohne jegliches menschliches Zutun treffen Algorithmen transaktionsrelevante Entscheidungen – namentlich über den Preis, den Zeitpunkt und die Stückzahl eines Kauf- oder Verkaufsauftrages.

Mit der Automatisierung hat sich die Rolle des Menschen im Börsenhandel grundlegend gewandelt: Die herkömmlich an der Börse tätigen Händler wurden nach und nach durch Maschinen<sup>19</sup> ersetzt.<sup>20</sup> Einfluss auf die Geschehnisse an den Märkten nahmen ab jetzt Physiker und Mathematiker – die neuen «Alchimisten» der Finanzmärkte.<sup>21</sup>

### 1.3 Akzelerierung: Hochfrequenzhandel

Das Börsengeschehen des 21. Jahrhunderts wird zu einem beträchtlichen Teil durch den Hochfrequenzhandel (*high frequency trading*) dominiert.<sup>22</sup> Üblicherweise<sup>23</sup> versteht

financial markets: A 2020 Vision, UK Government Office of Science, Foresight, The Future of Computer Trading in Financial Markets (zum Gesamtprojekt mit Final Report von 2012 und diversen wissenschaftliche Teilstudien siehe: <<https://www.gov.uk/government/collections/future-of-computer-trading>>), London 2010.

<sup>14</sup> Für eine anschauliche Beschreibung dieser Handelsform siehe: MEIER/SIGRIST (FN 11), 13 ff.

<sup>15</sup> Bereits 1969 nahm Instinet, ein elektronisch basiertes, börsenähnliches System seinen Betrieb auf, es folgte NASDAQ im Jahr 1971. Das erste elektronische Handelssystem auf einer herkömmlichen Börse (CATS) wurde 1977 an der Toronto Stock Exchange in Betrieb genommen. An der Schweizer Börse wurde der Ringhandel am 16.8.1996 vom elektronischen Handelssystem EBS abgelöst. Eine Umfrage des weltweiten Börsenverbandes (WFE) ergab, dass in der ersten Hälfte der 1990er-Jahre bereits mehr als die Hälfte ihrer Verbandsmitglieder elektronischen Handel anboten. Zum Ganzen: MEIER/SIGRIST (FN 11), 70, 116 ff.; CLIFF/BROWN/TRELEAVEN (FN 13), 8.

<sup>16</sup> Der Programmhandel geriet im Zuge der Aufarbeitung des Börsencrashes vom 19.10.1987 allerdings stark unter Beschuss. Untersuchungen zeigten, dass die Handelscomputer mit ihren weitgehend kongruenten, automatisch ausgelösten Hedging-Strategien (entweder wurden Leerverkäufe von Aktien getätigt oder Put-Optionen erworben) den Verkaufsdruck nur noch weiter erhöht hatten, was schliesslich in völlig unkontrolliert fallenden Kursen gemündet hatte. Dazu eingehend: LEWIS SOLOMON ET AL., The Crash of 1987: A Legal and Public Policy Analysis, 57 Fordham L. Rev. 191, 205 (1988); CLIFF ET AL. (FN 13), 7.

<sup>17</sup> Statt Vieler: JOHANNES GOMOLKA, Algorithmic Trading: Analyse von computergesteuerten Prozessen im Wertpapierhandel unter Verwendung der Multifaktorenregression, Diss. Potsdam 2011, 18 (Definition), 230 ff. (zur Komplexität dieser Software und den daraus folgenden, nicht-linearen Effekten); TOBIAS DAMMERT, High Frequency Trading, Aktueller Stand und Einfluss auf den Kapitalmarkt, Saarbrücken 2013, 11.

<sup>18</sup> CHRISTIAN LATTEMANN/PETER LOOS/JOHANNES GOMOLKA, in: Lattemann et al., High Frequency Trading, Kosten und Nutzen im Wertpapierhandel und Notwendigkeit der Marktregulierung, Wirtschaftsinformatik 2/2012, 91–101, 91 f.

<sup>19</sup> Im Börsenhandel sind Maschinen dem Menschen überlegen, weil sie weit unterhalb menschlicher Reaktionszeiten agieren und überdies diverse Tätigkeiten (Datenanalyse; Eingabe von Aufträgen) parallel ausführen können; zudem sind Maschinen prädestiniert für gleichförmige Tätigkeiten, da sie weder Langeweile noch unkonzentriertes Verhalten entwickeln. So die Einschätzung von Prof. Dr. DIETMAR MARINGER, Universität Basel (zit. in: Handelszeitung vom 8.3.2012, «Wie beim Cocktaileffekt von Medikamenten – Computer hätten gegenüber Menschen auch Vorteile, glaubt ein Experte für rechnergesteuertes Management»).

<sup>20</sup> CLIFF ET AL. (FN 13), 14, sprechen von einer «industrialization of trading» und ziehen eine Analogie zur Automobilindustrie, wo Roboter den Menschen bereits weitestgehend ersetzt haben.

<sup>21</sup> Für einen anschaulichen Narrativ zur Entstehung des algorithmischen Handels und zur zentralen Rolle der sog. Quants vgl. EMANUEL DERMAN, My Life as a Quant: Reflections of Physics and Finance, New Jersey, 2004.

<sup>22</sup> Für Schätzungen zu Marktanteilen auf verschiedenen Märkten siehe hinten, II.2.1.

<sup>23</sup> Eine allgemein anerkannte Definition hat sich noch nicht durchgesetzt, zumal der Hochfrequenzhandel ein junges, sich noch immer dynamisch entwickelndes Phänomen ist. Regulatoren favorisieren deshalb offene, funktional ausgerichtete Begriffskonzepte, selbst wenn dies zulasten definitorischer Schärfe geht.



man darunter eine Subkategorie des algorithmischen Handels,<sup>24</sup> die sich durch extrem geringe Latenzzeiten,<sup>25</sup> kurzfristige Handelsstrategien<sup>26</sup> sowie durch minime Gewinnmargen<sup>27</sup> pro Transaktion charakterisieren lässt. Nur Skaleneffekte machen dieses Geschäftsmodell überhaupt profitabel, was sich sehr deutlich in der Vervielfachung der Transaktionsvolumen manifestiert.<sup>28</sup> Im Unterschied zum herkömmlichen Börsenhandel<sup>29</sup> spielen für den Hochfrequenzhandel die Fundamentaldaten eines Titels kaum mehr eine Rolle; über Gewinn und Verlust entscheidet allein die *Geschwindigkeit* – letztere ist mittlerweile zum *zentralen Wettbewerbsfaktor* geworden.<sup>30</sup> Die Bedeutung der Automatisierung hat sich vor diesem Hintergrund nochmals deutlicher akzentuiert; im Börsenhandel des 21. Jahrhunderts haben «künstlich intelligent» handelnde, maschinelle Komponenten<sup>31</sup> den Menschen weitestgehend marginalisiert.

Unabdingbare Voraussetzung für die Entstehung des Hochfrequenzhandels waren zunächst *spitzentechnologische Innovationen*, welche für eine drastische Reduk-

tion der Signalübertragungszeiten und für eine enorme Erhöhung der Datenverarbeitungskapazitäten von Hochleistungsrechnern sorgten.<sup>32</sup> Ganz entscheidend begünstigt<sup>33</sup> wurde die rasche Verbreitung des Hochfrequenzhandels jedoch auch durch die wachsende *Fragmentierung der Märkte*;<sup>34</sup> letztere lässt sich ihrerseits auf ein grundlegend verändertes, regulatorisches Umfeld – namentlich die Einführung der SEC-Regulation National Market System (Reg NMS) in den USA im Oktober 2006<sup>35</sup> und die fast gleichzeitige Implementierung von MiFID in der EU<sup>36</sup> – sowie auf eine durch Demutualisierung geprägte, tiefgreifende Umgestaltung der Börsenlandschaft<sup>37</sup> zurückführen.<sup>38</sup>

## 2. Hochfrequenzhandel auf den heutigen Märkten

### 2.1 Verbreitung

Verlässliche Aussagen zur Verbreitung des Hochfrequenzhandels sind kaum möglich, da kein gesichertes Zahlenmaterial zur Verfügung steht.<sup>39</sup> Verschiedene

Siehe dazu etwa die Warnung vor starren Begrifflichkeiten durch die IOSCO, Regulatory Issues Raised by the Impact of Technological Changes on Market Integrity and Efficiency, Final Report, October 2011 (<[www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOOPD361.pdf](http://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOOPD361.pdf)>), 21. Für weitere Begriffsumschreibungen von Regulierungsorganen siehe etwa: Erw. Gr. 59 und 61 MiFID II, Art. 4 Abs. 1 Ziff. 39 und Ziff. 40 MiFID II; SEC Release No. 34-61358 «Concept Release on Equity Market Structure», 45 ff. Für Definitionen aus der Wissenschaft siehe: LATTEMANN/LOOS/GOMOLKA, in: Lattemann et al. (FN 18), 91 f.

<sup>24</sup> Für den Hochfrequenzhandel ist die automatisierte Ausführung durch Algorithmen *conditio sine qua non*; umgekehrt ist algorithmischer Handel auch mittel- bzw. niedrigfrequent denkbar und sinnvoll.

<sup>25</sup> Diese bewegen sich aktuell im Mikrosekundenbereich. Dazu vorn, FN 3.

<sup>26</sup> Hochfrequenzhändler halten ihre Positionen i.d.R. nur bis zum Tagesende (*intraday*-Positionen), was sich mit der Vermeidung aufwändigen Hedgings zwecks Absicherung über Nacht erklären lässt. Im Hochfrequenzhandel besonders verbreitet sind Market-Making-Strategien sowie statistische Arbitrage. Dazu eingehend: GOMOLKA (FN 17), 152 (*sell-side*), 204 (*buy-side*); DAMMERT (FN 17), 11 ff.

<sup>27</sup> Die Gewinnmarge pro gehandeltem Titel liegt etwa bei USD 0.0005–0.00075. Vgl. JUSTIN SCHACK, Rosenblatt Securities, zit. in: Finanz und Wirtschaft vom 23.8.2013, «Tödliche Geschwindigkeit».

<sup>28</sup> Offenbar sollen pro Börsentag bereits 60 Mio. Transaktionen pro Titel üblich sein, wobei die Aktivitäten der Hochfrequenzhändler sich offenbar auf die «Rush Hour» kurz nach Handelsöffnung morgens sowie zwischen 15 und 16 Uhr Nachmittags konzentrieren. Siehe: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 26.8.2013, Blog FAZ-Ad hoc, «Nicht nur die Nasdaq: Hochfrequenzhändler bringen Börsen ständig an neue Grenzen».

<sup>29</sup> Die manuelle Bedienung des Handelssystems durch herkömmliche Händler mit entsprechend langen Latenzzeiten wird heute im Unterschied dazu als *low frequency trading* bezeichnet.

<sup>30</sup> Programmatisch: ANDREW HALDANE, «The Race to Zero», Referat, gehalten am 16. Weltkongress der International Economic Association, Peking 8.7.2011 (<[www.bankofengland.co.uk/publications/speeches](http://www.bankofengland.co.uk/publications/speeches)>).

<sup>31</sup> Im Hochfrequenzhandel eingesetzte Algorithmen sind heute bereits derart hoch entwickelt, dass sie sich laufend adaptiv an verschiedene «Umweltfaktoren» – namentlich an das Verhalten «benachbarter» Handelsalgorithmen oder an veränderte Marktumstände – anzupassen vermögen. Vgl. dazu MARINGER (FN 19).

<sup>32</sup> Die hohen technischen Anforderungen betonend: CLIFF et al. (FN 13), 17 ff. (Hardware: *blade servers*), 20 ff. (Software: *low latency solutions*); DAMMERT (FN 17), 21 ff., 30 ff.; RIORDAN, in: Lattemann et al. (FN 18), 94. Zu den Anforderungen an die Infrastruktur im Bereich der Signalübertragung siehe hinten, III.1.1b).

<sup>33</sup> Die Hochfrequenzhandelsbranche agiert mehrheitlich auf der Basis von Arbitragestrategien, welche es ermöglichen, minime Preisdifferenzen auf verschiedenen Märkten auszunutzen. Mit einer Zersplitterung des Börsenhandels auf verschiedenste Handelsplätze wuchsen auch die Opportunitäten der Hochfrequenzhändler.

<sup>34</sup> In den USA existieren derzeit mehr als 60 Handelsplätze, davon sind mehr als 50 alternative Handelsplätze (Dark Pools, ECNs, Crossing Networks). In Europa soll bereits 46 % des Aktienhandels auf alternativen Handelsplätzen wie Multilateralen Handelssystemen (MTF) oder Dark Pools abgewickelt werden. Zum Ganzen: RASMEET KOHLI, Market fragmentation of securities market: traditional exchanges versus alternate trading venues, 19.2.2014 (<<http://dx.doi.org/10.1080/17520843.2014.880151>>), 2 m.w.H.

<sup>35</sup> Reg NMS sollte den Wettbewerb zwischen verschiedenen Handelsplätzen befeuern und die Erfüllung von Kundenaufträgen zum bestmöglichen Preis garantieren. Die dadurch ausgelöste Fragmentierung der Märkte gilt als einer der Hauptgründe, weshalb sich der Hochfrequenzhandel in den USA als profitables Marktsegment etablierte. Siehe: DAVID EASLEY/MARCOS LÓPEZ DE PRADO/MAUREEN O'HARA, The volume clock: Insights into the high-frequency paradigm, Journal of Portfolio Management 39 (2012), 19–29, 19.

<sup>36</sup> Zur Fragmentierung der Märkte unter MiFID: KERN ALEXANDER, Market Structures and Market Abuse, in: Caprio (Hrsg.), Handbook of Safeguarding Global Financial Stability, London 2012, 375 ff., 377.

<sup>37</sup> Zur neuartigen Rolle von Börsen als gewinnstrebige Unternehmen siehe hinten, III.1.

<sup>38</sup> HALDANE (FN 30), 2, spricht anschaulich von einem «*potent cocktail of technology and regulation*». Auf die Interdependenz von Technologie, regulatorischem Umfeld und veränderter Marktstruktur verweisen auch IOSCO (FN 23), 19, und ZIMMERMANN (FN 12), 100 ff.

<sup>39</sup> De lege lata bestehen keine entsprechenden Offenlegungspflichten, da regulatorisch bisher noch nicht danach unterschieden wird, ob eine Order durch Menschenhand oder automatisiert durch einen Algorithmus ausgelöst wird. Allerdings wird MiFID II die EU-Mitgliedstaaten dazu verpflichten, ein sog. «flagging», also eine Kennzeichnungspflicht für algorithmisch ausgeführte Börsentransaktionen einzuführen, wobei dieses realistischerweise kaum vor

Untersuchungen<sup>40</sup> kommen jedoch zum Schluss, dass der Hochfrequenzhandel innert weniger Jahre<sup>41</sup> auf verschiedenen Märkten weltweit eine *bedeutende Stellung* erreicht hat: Auf den US-amerikanischen Aktienmärkten ist derzeit von einem Marktanteil von 50–55 % auszugehen. Die Durchdringung auf den europäischen Märkten ist mit rund 40 % ebenfalls beachtlich; etwas geringer sind die Schätzungen für die Schweiz (25 %)<sup>42</sup> und für Kanada (25 %)<sup>43</sup>. Während sich das Wachstum auf den Aktienmärkten Nordamerikas und Europas bereits deutlich abgeflacht hat,<sup>44</sup> sind die Hochfrequenzhändler auf den Aktienmärkten im asiatisch-pazifischen Raum – namentlich in Japan, Singapur, Hong Kong, Indien und Australien<sup>45</sup> – auf dem Vormarsch. Zudem hat sich der Hochfrequenzhandel inzwischen auch auf andere Marktsegmente ausgeweitet – besonders deutlich hat sich das bisher im Rohstoffhandel<sup>46</sup> und auf den Devisenmärkten<sup>47</sup> gezeigt.

2017 implementiert wird. In Deutschland wurde das «Algo-flagging» gestützt auf das Hochfrequenzhandelsgesetz (FN 7) hingegen bereits im April 2014 eingeführt. Mehr dazu hinten, IV.3.2b.

<sup>40</sup> Die nachfolgenden Angaben stützen sich auf folgende Studie der WFE (FN 15), Understanding High Frequency Trading, Mai 2013; für weitere Studien siehe DAMMERT (FN 17), 14.

<sup>41</sup> In den USA liessen sich Aktivitäten von Hochfrequenzhändlern ab dem Jahr 2005 (21 % Marktanteil) mit starken jährlichen Wachstumsraten bis ins Jahr 2009 (ca. 61 % Marktanteil) feststellen, wobei das eigentliche Wachstum nach Inkrafttreten der Reg NMS (FN 35) gegen Ende 2006 eingesetzt hat. Auf den europäischen Aktienmärkten waren Hochfrequenzhändler ab 2008 mit einem Marktanteil von 29 % vertreten.

<sup>42</sup> Dabei handelt es sich nur um Schätzungen, da die SIX Swiss Exchange bis anhin trotz verschiedener Medienanfragen keine Angaben dazu gemacht hat. CEO CHRISTIAN KATZ hat sich letztmals im März 2013 dazu geäußert und betont, die Marktanteile lägen markant unter den für europäische Märkte geschätzten Werten von 38 %. Siehe dazu: «20 Minuten» vom 29.3.2013, «Hochfrequenzhandel – Die Zeche zahlen die Anleger».

<sup>43</sup> WILLIAM BARKER/ANNA POMERANETS, The Growth of High-Frequency Trading: Implications for Financial Stability, Bank of Canada, Financial System Review, Juni 2011, 47–52.

<sup>44</sup> Das gilt insbesondere für die USA, wo in 2008/09 der Marktanteil noch bei 60–70 % gelegen haben soll. Heute klagen Branchenvertreter über wachsenden Konkurrenzdruck sowie über stark sinkende Einnahmen bei steigenden Kosten. So: MARK GORTON, Gründer des Hochfrequenzhandelsunternehmens Tower Research Capital, zit. in: Finanz und Wirtschaft vom 23.8.2013 (FN 27).

<sup>45</sup> Während der Hochfrequenzhandel in Japan bereits einen Marktanteil von 40 % erreicht haben soll, haben gewisse regulatorische Hürden in Singapur und Hong Kong das Wachstum bisher gehemmt. In China konnte der Hochfrequenzhandel bis dato kaum Fuss fassen, weil es Mindesthaltefristen für Aktientransaktionen gibt. Siehe: ANUJ AGARWAL, High Frequency Trading: Evolution and the Future, 2012 (<www.capgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/High\_Frequency\_Trading\_Evolution\_and\_the\_Future.pdf>), 8 ff.

<sup>46</sup> Konkrete Zahlen sind zwar nicht erhältlich, doch hat eine Studie von Forschern der United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) neuartige, mit dem Markteintritt von Hochfrequenzhändlern erklärte Anomalien in der Preisbildung auf Rohstoffmärkten festgestellt. Siehe: DAVID BICCHETTI/NICOLAS MAYSTRE, The synchronized and long-lasting structural change on commodity markets: evidence from high frequency data, 20.3.2012 (<http://mpira.ub.uni-muenchen.de/37486/1/MPRA\_paper\_37486.pdf>).

<sup>47</sup> Gemäss einer Studie der Bank für internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) beträgt der Marktanteil der Hochfrequenzhändler auf

Diese beträchtlichen Wachstumsraten kontrastieren mit der Tatsache, dass die Hochfrequenzhandelsbranche bis heute relativ überschaubar geblieben ist. Im Hochfrequenzhandel aktiv sind lediglich die grossen, international tätigen Investmentbanken, Hedge Fonds und sog. Proprietary Traders, d.h. kleine, auf den Eigenhandel spezialisierte «Finanz-Boutiquen». Dass ein relativ kleiner Kreis von Akteuren sehr grosse Marktvolumen kontrolliert, ist im Hinblick auf die Risiken, die mit dem Hochfrequenzhandel verbunden sind, von Bedeutung.<sup>48</sup>

## 2.2 Auswirkungen auf die Marktstruktur

Entgegen überwiegend negativer öffentlicher Wahrnehmung zeigen wissenschaftliche Studien, dass der Hochfrequenzhandel die *Marktqualität* auf der Mikrostrukturebene in verschiedener Hinsicht positiv beeinflusst hat:<sup>49</sup> So liessen sich seit dem Aufkommen des Hochfrequenzhandels nicht nur sinkende Transaktionskosten, sondern auch verringerte Geld-/Briefspannen und damit eine erhöhte Preisbildungseffizienz auf den Märkten beobachten.<sup>50</sup> Umgekehrt hat sich jedoch auch gezeigt, dass sich die beschriebenen, positiven Effekte nur in normalen Marktumständen verwirklichen.<sup>51</sup> Bei angespannten Marktsituationen hat sich mit wachsender Verbreitung des Hochfrequenzhandels die Gefahr akuter *Illiquidität*<sup>52</sup> erhöht; denn die Heuristik von Algorithmen führt vielfach dazu, dass Hochfrequenzhändler sich – mangels

Devisen-Handelsplattformen 30–35 %. Siehe: DAGFINN RIME/ANDREAS SCHRIMPF, The anatomy of the global FX market through the lens of the 2013 Triennial Survey, 8.12.2013 (<www.bis.org/publ/qrtpdf/r\_qt1312e.htm>). Zum Ganzen auch: ALAIN CHABOUD/BENJAMIN CHIUQUOINE/ERIK HJALMARSSON/CLARA VEGA, Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market, FRB International Finance Discussion Paper No. 980, 5.7.2013 (<http://ssrn.com/abstract=1501135>).

<sup>48</sup> Dazu (namentlich zur begrenzten Selbststeuerungsfähigkeit der Märkte) siehe eingehend hinten, III.1.

<sup>49</sup> Statt Vieler: MICHAEL DAVIS/ANDREW KUMIEGA/BEN VAN VLIET, Ethics, Finance, and Automation: A Preliminary Survey of Problems in High Frequency Trading, Science and Engineering Ethics Vol. 19 (2013), 851–874, 853; JONATHAN BROGAARD, High Frequency Trading and its Impact on Market Quality, 5th Annual Conference on Empirical Legal Studies Paper, 2010 (<http://ssrn.com/paper=1641387>).

<sup>50</sup> JONATHAN BROGAARD/TERRENCE HENDERSHOTT/RYAN RIORDAN, High Frequency Trading and Price Discovery, 22.4.2013 (<http://ssrn.com/abstract=1928510>); FRANK J. FABOZZI/SERGIO FOCARDI/CAROLINE JONAS, High-Frequency Trading: Methodologies and Market Impact, Review of Futures Markets, Vol. 19 (2011), 7–38; TERRENCE HENDERSHOTT/CHARLES M. JONES/ALBERT J. MENKVELD, Does algorithmic trading improve liquidity?, Journal of Finance, Vol. 66 (2011), 1–33; RYAN RIORDAN/ANDREAS STORKENMAIER/MARTIN WAGENER/SARAH ZHANG, Public Information Arrival: Price Discovery and Liquidity in Electronic Limit Order Markets, 2013 Journal of Banking and Finance 37(4), 1148–1159.

<sup>51</sup> ARNE BREUER/HANS-PETER BURGHOF, in: Lattemann et al. (FN 18), 97.

<sup>52</sup> Liquidität ist indes ein zentrales Qualitätsmerkmal von Handelssystemen, welches anzeigt, wie effektiv die Zusammenführung von Käufern und Verkäufern erfolgt. Liquidität wird i.d.R. anhand der drei Dimensionen der Markttiefe (*market depth*), Marktbreite (*market width*) und der Unmittelbarkeit (*immediacy*) evaluiert. Zum Ganzen GOMOLKA (FN 17), 5 FN 12 m.w.H.

Verpflichtung zur kontinuierlichen Marktpflege – bei Turbulenzen abrupt von den Märkten zurückziehen.<sup>53</sup> Die Auswirkungen des Hochfrequenzhandels auf die Liquidität sind deshalb umstritten: Während dem Hochfrequenzhandel lange liquiditätserhöhende Wirkungen zugeschrieben wurde,<sup>54</sup> mehren sich inzwischen die kritischen Stimmen, welche bemängeln, dass der Hochfrequenzhandel den Märkten zwar Volumen, aber keine echte Liquidität zuführt.<sup>55</sup> Ein eindeutiges Verdikt zum wohlfahrtsökonomischen Nutzen des Hochfrequenzhandels Perspektive steht allerdings noch aus.

### III. Risiken: Identifikation, Analyse und Bewertung

#### 1. Risikoidentifikation

##### 1.1 Beeinträchtigung der Selbststeuerungsfähigkeit der Märkte

###### a. Interessengleichlauf zwischen Hochfrequenzhändlern und Börsenbetreibern

Der Börsenhandel gehört traditionell zu jenen Bereichen, in welchen der Staat stets grosses Vertrauen in die Selbststeuerungsfähigkeit der Märkte gesetzt hat. In der Schweiz manifestiert sich diese Grundhaltung darin, dass das Börsengesetz den Börsen eine umfassende Selbstregulierungsbefugnis zugesteht (Art. 4 ff. BEHG). Börsen sind unter anderem befugt, in eigener Regie die Regeln für den Börsenhandel zu erlassen und sie sind auch in der Gestaltung ihrer Betriebsorganisation weitestgehend frei (Art. 5 BEHG).<sup>56</sup>

Weitreichende *Interessenverflechtungen* zwischen den Börsenbetreibern und der Finanzindustrie stellen diese freiheitliche Regelung jedoch zunehmend in Frage.<sup>57</sup>

Denn gerade der Hochfrequenzhandel hat den Börsenbetreibern neue, in Zeiten sinkender Handelsumsätze<sup>58</sup> höchst willkommene Einnahmequellen eröffnet.<sup>59</sup> Im Vordergrund stehen Dienstleistungen, wie etwa die Lieferung von *Börsendaten*, das Entwickeln von *Software* für den algorithmischen Handel, die Zurverfügungstellung *optimierter Datenleitungen* zu weiter entfernt liegenden Handelsplätzen und die sog. *Co-Location*, d.h. das Vermieten von Räumlichkeiten zwecks Platzierung von Rechnern in unmittelbarer Nähe zum Rechenzentrum des Börsenbetreibers.<sup>60</sup> Co-Location-Dienstleistungen würden es bspw. einem Händler in Tokyo ermöglichen, mit denselben tiefen Latenzzeiten an der SIX zu handeln, wie seine in Zürich ansässigen Kollegen. Dabei garantieren die Börsen i.d.R. insofern Gleichbehandlung, als sie alle co-lozierten Rechner mit exakt derselben Kabellänge zum Hauptserver des Handelssystems verbinden; denn letztlich entscheidet die Kabellänge über die Latenzzeiten und damit letztlich auch über den wirtschaftlichen Erfolg.<sup>61</sup>

Insgesamt besteht somit ein weitgehender Interessengleichlauf<sup>62</sup> zwischen Börsenbetreibern und Hochfrequenzhändlern. Allerdings geraten die Börsenbetreiber

Unternehmen», weist aber auf den Zielkonflikt des Anbietens von (Infrastruktur)Dienstleistungen einerseits und der Übernahme von «Überwachungs- und Regelungsbefugnissen» andererseits hin. Die Börsen in Europa und Nordamerika sind heute privatrechtlich organisierte Unternehmen. Im Unterschied dazu sind die Börsen in Lateinamerika, Afrika und in Teilen Asiens noch heute oft staatlich kontrolliert oder mit einem gesetzlichen Monopol ausgestattet (mit Ausnahme der kotierten Börsen von Hongkong und Singapur).

<sup>58</sup> Börsen sind heute starkem Konkurrenzdruck durch die weniger stark regulierten, alternativen Handelsplätze (insbes. MTF) ausgesetzt, da letztere ihre Dienstleistungen zu günstigeren Preisen anbieten können. Siehe dazu die Statistik von Handelsumsätzen bei ZIMMERMANN (FN 12), 99, sowie NZZ vom 9.10.2013, «Kampf der Handelsplattformen – Schweizer Börse verliert unangenehm viel Marktanteil».

<sup>59</sup> In seiner Offenheit überraschend, folgendes Statement von SIX Group CEO Urs RÜEGSEGGER: «Ich würde lügen, wenn ich sagen würde, dass wir nicht im gleichen Dilemma stecken wie andere Börsen auch: Hochfrequenzhändler sind große Kunden von uns, aber diese Kunden sind eben nicht unproblematisch. Und zwar weil sie die Stabilität des Börsenhandels anfällig machen können. [...] So lange Hochfrequenzhändler nach den Spielregeln spielen und wir gleich lange Spieße für alle Teilnehmer anbieten, ist es schwierig, Hochfrequenzhandel zu verbieten.» (zit. in: Wall Street Journal, 9.4.2014, «Schweizer Börsenchef: Hochfrequenzhändler sind nicht unproblematisch»). Vgl. auch MICHAEL RASCH, Von den Herren der Ringe zum Kampf der Maschinen, in: SIX Swiss Exchange AG/NZZ (Hrsg.), Die Börse, Zürich 2014, 121 ff., insbes. 122.

<sup>60</sup> Beispiele hierfür: Software «Xentric® Trade Machine» der Deutsche Börse AG mit Direktanbindungen zu Xetra® bzw. Eurex®; «Proximity-Service» und «Co-Location-Service» von SIX Swiss Exchange in Zusammenarbeit mit Equinix AG (Einzelheiten unter: <www.six-swiss-exchange.com/download/participants/>).

<sup>61</sup> Zur Co-Location aus regulatorischer Sicht siehe: Erw. Gr. 62 MiFID II, Art. 48 Abs. 8 MiFID II; SEC Release No. 34-61358 (FN 23), 45. Siehe dazu auch: CLIFF ET AL. (FN 13), 16; DAMMERT (FN 17), 27.

<sup>62</sup> Verstärkt wird letzteres noch dadurch, dass einige im Hochfrequenzhandel engagierte Unternehmen – namentlich die grossen Investmentbanken – oftmals gleichzeitig noch Eigner von Börsen sind.

<sup>53</sup> Dazu eingehend hinten, III.2.

<sup>54</sup> PETER GOMBER ET AL. High-Frequency Trading, Research Paper commissioned by Deutsche Börse Group, 2011 (<http://ssrn.com/abstract=1858626>); STUART BADEN POWELL, High Frequency Trading. How the market developed and where it is headed, Hedge Fund Journal, September 2011.

<sup>55</sup> DIDIER SORNETTE/SUSANNE VON DER BECKE, Crashes and high frequency trading, Swiss Finance Institute research paper series, No. 11–63, Genf 2011, 5 ff., 18 f.: «In fact it seems HFT provides liquidity in good times when it is perhaps least needed and takes liquidity away when it is most needed, thereby contributing rather than mitigating instability». Ähnlich HALDANE (FN 30), 6: «HFT liquidity, evident in sharply lower peacetime bid-ask spreads, may be illusory. In wartime, it disappears». Ebenfalls kritisch: JEAN-PIERRE ZIGRAND/HYUN SONG SHIN/DANIEL BEUNZA, Feedback effects and changes in the diversity of trading strategies, UK Foresight Project (FN 13), Technical Report, Driver Review (DR 2), London 2011, 11 ff.

<sup>56</sup> Die Selbstregulierungsbefugnis der Börsen bezieht sich ausserdem auf die Zulassung von Teilnehmern (Art. 7 BEHG) und Effekten (Art. 8 BEHG).

<sup>57</sup> HANS CHRISTIAN RÖHL, in: Fehling/Ruffert (Hrsg.), Regulierungsrecht, § 18 N 53, spricht relativ zurückhaltend von einer «Mittlerstellung der Börse zwischen öffentlichem Interesse und privaten



deswegen zunehmend unter Druck: So wurde vor kurzem bekannt, dass gegen verschiedene US-amerikanische Handelsplätze – darunter NYSE, NASDAQ und BATS – eine Sammelklage eingereicht wurde; ihnen wird wegen der Lieferung von Vorzugs-Marktdaten an Hochfrequenzhändler Betrug und Marktmanipulation vorgeworfen.<sup>63</sup>

## b. Kostenintensität des Hochfrequenzhandels führt zu unvollkommenen Märkten

Der Hochfrequenzhandel ist ein extrem kostenintensives Geschäft.<sup>64</sup> Das rührt zu einem grossen Teil daher, dass es sich bei der von Hochfrequenzhändlern verwendeten Software um massgeschneiderte Spezialentwicklungen handelt, für deren Entwicklung oft Millionenbeträge zu Buche schlagen. Hinzu kommen Gebühren für Dienstleistungen von Handelsplätzen, namentlich Handelsgebühren sowie Entgelte für Co-Location oder für Vorzugs-Datenlieferungen. Geradezu gigantisch sind zudem die Infrastrukturkosten<sup>65</sup> – namentlich etwa für die Erstellung von Glasfaserkabelnetzen, welche die Datenübertragungsgeschwindigkeiten zwischen den grossen Börsenplätzen der Welt maximieren sollen.<sup>66</sup> Das Tragische dabei ist: Glasfasertechnik gilt im Hochfrequenzhandel bereits als überholt; zumindest in der Binnenverbindung zwischen US-amerikanischen Handelsplätzen stehen heute Übertragungen mittels Mikrowellen und via Laser im Vordergrund.<sup>67</sup> Damit nähert sich die Hochfrequenzhandelsbranche mit raschen Schritten der absoluten Grenze – der Lichtgeschwindigkeit.<sup>68</sup>

Es ist unschwer zu erkennen, dass der Hochfrequenzhandel ein technologisches und letztlich auch finanzielles «Wettrüsten» provoziert hat.<sup>69</sup> Dies hat die Marktzutrittsschranken massiv erhöht und in der Konsequenz zu einem Nachfragemonopol oder –oligopol geführt,<sup>70</sup> zumal heute auf vielen Handelsplätzen ein kleiner Kreis von Hochfrequenzhändlern einen Grossteil der Handelsvolumen kontrolliert.<sup>71</sup> Das führt zu unvollkommenen Märkten und möglicherweise auch zu Marktversagen, zumal die Gefahr besteht, dass diese Monopsonisten den jeweiligen Handelsplatz faktisch dazu zwingen können, ihnen neue Vorzugsdienstleistungen auf Kosten anderer Marktteilnehmer anzubieten.

## 1.2 Wachsende Instabilitäten im Börsenhandel

### a. Empirische Hinweise

Parallel zum Aufschwung des Hochfrequenzhandels kam es in den vergangenen Jahren zu einer auffälligen Häufung von extremen Marktereignissen<sup>72</sup> sowie zu diversen Pannenfällen auf Börsenplätzen weltweit. Besonderes Aufsehen erregten insbesondere der «Flash Crash»<sup>73</sup> vom 6. Mai 2010 und der «Flash Freeze»<sup>74</sup> vom 23. August 2013. Wegen überlasteter Handelssysteme und Computerpannen scheiterten zudem grosse Trans-

<sup>63</sup> Am 18.4.2014 hat die Hauptstadt des Bundesstaates Rhode Island, Providence, handelnd für eine unbestimmte Vielzahl von Investoren, beim Bundesbezirksgericht in Manhattan Klage eingereicht (Aktenzeichen 14-CV-02811; zur Klageschrift: <[www.rgrdlaw.com/media/cases/279\\_complaint.pdf](http://www.rgrdlaw.com/media/cases/279_complaint.pdf)>).

<sup>64</sup> Schätzungen zufolge belaufen sich die jährlichen Kosten der US-amerikanischen Hochfrequenzhandelsbranche auf USD 1.8 Mia. USD.

<sup>65</sup> Zwar fallen diese Kosten nicht direkt bei den Hochfrequenzhändlern an. Hochspezialisierte Unternehmen wie Spread Networks (Glasfaser), Anova Technologies (Lasertechnik) und teilweise auch Börsenbetreiber wie NASDAQ und NYSE (Mikrowellen) übernehmen die Erstellungskosten, verlagern diese aber über enorm hohe Benutzungsgebühren auf die Hochfrequenzhandelsbranche.

<sup>66</sup> Allein die derzeit noch im Bau befindliche Verbindung zwischen den Börsen von London und Tokyo schlägt mit Kosten von USD 1.5 Mia. zu Buche – sie wird eine Zeitersparnis von gerade mal 6 Millisekunden bringen. Siehe dazu: RYAN RIORDAN, in: Lattemann et al. (FN 18), 94.

<sup>67</sup> Zu dieser Entwicklung: Wall Street Journal vom 15.2.2014, «Hochfrequenzhändler rüsten mit Lasern auf». Wie kurz die Halbwertszeit der technologischen Entwicklungen im Bereich des Hochfrequenzhandels ist, zeigt sich daran, dass erst vor Kurzem eine Glasfaserkabelverbindung zwischen New York und Chicago für USD 300 Mio. mit dem Ziel einer Zeitersparnis von 3 Millisekunden erstellt wurde. Angesichts der neuesten Entwicklungen dürften sich diese Investitionen kaum gelohnt haben.

<sup>68</sup> Die Kommunikation von Computern erfolgt mittels Signalen, welche in Form von elektrischen Impulsen über Metalldrähte, durch Lichtströme über Glasfaserkabel oder in Form von Radiowellen übertragen werden. Unabhängig davon ist die Übertragungsgeschwindigkeit physikalisch begrenzt, da keine Form elektromagnetischer Strahlung schneller sein kann als die Konstante «c»

(Lichtgeschwindigkeit; 300'000'000 m/s). Bei Übertragung mit Lichtgeschwindigkeit könnten Signale zwischen den Börsen London und New York (Distanz: 5500 km) theoretisch in 18 Millisekunden ausgetauscht werden. Zum Ganzen: CLIFF ET AL. (FN 13), 14.

<sup>69</sup> HALDANE (FN 30), 10; THIERRY FOUCAULT/SOPHIE MOINAS/BRUNO BIAIS, Equilibrium Algorithmic Trading, Conference of the French Finance Association (AFFI), Mai 2011, (<<http://ssrn.com/abstract=1834344>>).

<sup>70</sup> J. DOYNE FARMER/SPYROS SKOURAS, An ecological perspective on the future of computer trading, UK Foresight Project, Driver Review (DR 6), London 2011, 21, 24.

<sup>71</sup> Nach Angaben von CLIFF ET AL. (FN 13), 23, zählen nur gerade 2 % aller US-amerikanischen, im Börsenhandel engagierten Unternehmen zu den Hochfrequenzhändlern; diese 2 % kontrollieren aber 73 % des Handelsvolumens auf den Aktienmärkten.

<sup>72</sup> Dazu eingehend auch hinten, III.1.2b).

<sup>73</sup> Am 6.5.2010 kam es auf den US-amerikanischen Aktienmärkten zu völlig unvorhergesehenen, markanten Kurseinbrüchen: Der Dow Jones (DJIA) brach innert Minuten um über 1'000 Punkte ein, zudem erreichten alle bedeutenden Aktienindizes fast gleichzeitig um 14.45 Uhr ihre Tagestiefstände; wenige Minuten später erholten sich die Kurse indes wieder. Während der rasanten Abwärtsbewegung der Märkte wurde das durchschnittliche Handelsvolumen um das Sechsfache überschritten; es zeigten sich panikartige Verhaltensmuster. Untersuchungen kamen zum Schluss, dass der Crash zwar nicht unmittelbar durch Hochfrequenzhändler verursacht, aber durch diese massiv verstärkt worden war. Einzelheiten bei: CFTC/SEC, Preliminary Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010; ANDREI KIRILENKO/ALBERT KYLE, MEHRDAD SAMADI/TUGKAN TUZUN, The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market, Mai 2011 (<<http://ssrn.com/abstract=1686004>>).

<sup>74</sup> Ein Softwarefehler führte am 23.8.2013 zwischen 12.15 Uhr und 15.25 Uhr zu einem kompletten Blackout auf der Technologiebörse NASDAQ. Als Ursache gilt der Unterbruch einer Datenverbindung zwischen NASDAQ und NYSE.



aktionen, wie etwa die Börsengänge von *Facebook*<sup>75</sup> und *BATS Global Markets*.<sup>76</sup> Fehlerhaft programmierte Algorithmen führten schliesslich auch zu beträchtlichen Verlusten bis hin zum Ausfall einzelner Marktteilnehmer – berühmtestes Beispiel ist der Untergang von *Knight Capital*, dem einstmals bedeutendsten, im Hochfrequenzhandel tätigen Unternehmen.<sup>77</sup>

Die daraus resultierenden, negativen Konsequenzen reichten von der Vernichtung von Börsenwerten<sup>78</sup> über die Verursachung von bleibenden Schäden<sup>79</sup> bis hin zu massiven Beeinträchtigungen des Preisbildungsmechanismus als zentraler Funktion der Börse, wobei vereinzelt sogar Ansteckungseffekte im Sinne einer Ausbreitung von Instabilitäten und Systemausfällen von einer Börse auf weitere Handelsplätze zu beobachten waren.<sup>80</sup>

<sup>75</sup> Beim IPO von Facebook vom 18.5.2012 kam es auf der New Yorker Technologiebörse NASDAQ zu gravierenden Pannen: Der Handelsstart musste mehrfach verschoben werden, weil wegen Systemüberlastung kein Kurs ermittelt werden konnte. Als der Handel aufgenommen wurde, traten diverse Funktionsstörungen auf, welche den Handel massiv beeinträchtigten (für ein Beispiel siehe FN 79). Die Panne zog aufsichtsrechtliche Konsequenzen nach sich: NASDAQ wurde eine Busse von USD 10 Mio. auferlegt, die höchste Summe, die ein Börsenbetreiber jemals bezahlen musste. Die SEC warf NASDAQ vor, ihre Systeme seien der Transaktion technisch nicht im Geringsten gewachsen gewesen, obwohl im Vorfeld klar gewesen sei, dass eines der größten IPOs der Geschichte bevorstehe. Zudem sei das Krisenmanagement völlig unzureichend gewesen. Zum Ganzen: SEC Release 2013-95, 29.5.2013.

<sup>76</sup> Der Börsengang der Handelsplattform *BATS Global Markets* vom 23.3.2012 ging als kürzestes IPO in die Geschichte ein: Binnen 900 Millisekunden nach Handelsbeginn war der Aktienpreis von USD 15.25 bereits auf USD 0.2848 gefallen, wobei der Handel nochmals 600 Millisekunden später bei USD 0.0002 eingestellt wurde. Offiziell gilt ein Softwareproblem als Ursache, wobei sich das Gerücht hält, «dass es ein speziell zum Zwecke der IPO-Störung eingesetzter Algorithmus gewesen sein könnte, der den Börsengang kollabieren liess» (so explizit: JOACHIM NAGEL, Mitglied des Vorstands der Deutschen Bundesbank, High Frequency Trading und Marktimplikationen, Rede vom 4.7.2012). Beweise für diese Theorie gibt es indes nicht.

<sup>77</sup> Infolge eines fehlerhaft programmierten Algorithmus platzierte *Knight Capital* im August 2012 einen riesigen Block von Kaufaufträgen am Markt. Deren Volumen war so gross, dass sie heftige Kursbewegungen in mehr als 150 Titeln auslösten. Innert 45 Minuten wuchs der Verlust auf über USD 450 Mio. an, was Knight an den Rand des finanziellen Kollapses brachte; das Unternehmen wurde später von einem Konkurrenten aufgekauft. Zum Ganzen: SEC Release No. 34-70694, «Knight Capital Americas LLC», 2, 5 ff.

<sup>78</sup> So wurden etwa beim *Flash Crash* (FN 73) Börsenwerte im Umfang von USD 862 Mia. vernichtet.

<sup>79</sup> Da wegen Systemüberlastung beim IPO von Facebook (FN 75) keine Transaktionsbestätigungen versandt wurden, erwarben einige Marktteilnehmer ein Vielfaches der effektiv anvisierten Titel. Da der Kurs der Aktie unmittelbar nach dem Börsengang einbrach und sich für den Überhang an Titeln keine Käufer fanden, entstanden hohe Verluste. UBS allein verlor dadurch angeblich über USD 400 Mio. und reichte gegen den Börsenbetreiber NASDAQ Klage ein; diese wurde durch Vergleich beigelegt.

<sup>80</sup> Dieses Phänomen zeigte sich etwa beim *Flash Freeze* (FN 74). Infolge des Blackouts auf NASDAQ geriet der Handel mit Technologietiteln auch an den rund 50 Regionalbörsen in den USA und sogar an Börsenplätzen auf anderen Kontinenten ins Wanken. Da das Vertrauen in die Preisbildungsfunktion der Börsen massiv beeinträchtigt war, brach der Handel ein; die Volumina blieben 30 % unter dem Dreimonats-Durchschnitt.

## b. Quantitative Untersuchungen

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Zahl extremer Kursereignisse im Subsekundenbereich seit dem Aufkommen des Hochfrequenzhandels massiv zugenommen hat. Bei der Analyse von Kursdaten US-amerikanischer Aktienmärkte identifizierten Wissenschaftler im Zeitraum zwischen Januar 2006 und Februar 2011 insgesamt 18520 ultraschnelle extreme Kursereignisse.<sup>81</sup> Die Gemeinsamkeiten dieser als «*ultrafast extreme events*» (UEEs) bezeichneten Ereignisse liegen einerseits in der beträchtlichen Amplitude der jeweiligen Kurssprünge<sup>82</sup> und andererseits in der minimalen Dauer.<sup>83</sup> Zudem wiesen die UEEs durchwegs ein zusammenpassendes Muster an Bewegung und unmittelbar folgender entsprechender Gegenbewegung auf.<sup>84</sup> Dieses einheitliche Bewegungsmuster schliesst exogene Verursacherquellen, wie etwa neue Marktinformationen oder regulatorisch bedingte Markteingriffe zur Verhinderung unkontrollierter Kursstürze weitestgehend aus.<sup>85</sup> Ein potentieller Einwand, wonach es sich bei UEEs um rein zufällige Ereignisse handeln könnte, lässt sich allein schon durch die grosse Zahl derartiger Kursausschläge widerlegen;<sup>86</sup> zudem waren die ultraschnellen Preissprünge jeweils mehr als 30 Standardabweichungen grösser als die typische Kursbewegung in denselben Titeln.

Aus dem Datenmaterial lässt sich eine deutliche zeitliche *Koinzidenz* zwischen einem markanten Anstieg von UEEs ab Oktober 2006 und dem Inkrafttreten der den Hochfrequenzhandel begünstigenden SEC-Reg NMS herauslesen.<sup>87</sup> Die Datenanalyse zeigte zudem *kaskadenartige Kopplungseffekte* im Sinne eines gegenseitigen Hochschaukelns von immer häufiger und extremer wer-

<sup>81</sup> NEIL JOHNSON/GUANNAN ZHAO/ERIC HUNSADER/HONG QI/NICHOLAS JOHNSON/JING MENG/BRIAN TIVNAN, *Abrupt rise of new machine ecology beyond human response time*, Scientific Reports, Vol. 3, Paper No. 2627, 11.9.2013 (<[www.nature.com/srep/2013/130911/srep02627/full/srep02627.html](http://www.nature.com/srep/2013/130911/srep02627/full/srep02627.html)>).

<sup>82</sup> Unter einem «UEE» verstehen JOHNSON ET AL. (FN 81), 1, Kursausschläge, welche mindestens achtmal in Folge in dieselbe Richtung zeigen (aufwärts: *spikes*; abwärts: *crashes*), wobei die gesamte Kursänderung mindestens 0,8 % des vor dem Extremereignis liegenden Aktienkurses betragen muss.

<sup>83</sup> Die Preisausschläge dauerten nie länger als 1500 Millisekunden bzw. 1.5 Sekunden.

<sup>84</sup> Siehe hierzu die grafischen Darstellungen 1A und 1B bei JOHNSON ET AL. (FN 81), 2. Zur Kongruenz zwischen *crashes* und *spikes* siehe die Darstellung 2 bei JOHNSON ET AL. (FN 81), 3.

<sup>85</sup> Ein Beispiel hierfür wäre etwa die *alternative uptick rule* (SEC Rule 201 under Regulation SHO vom 24.2.2010), welche Restriktionen für Leerverkäufe von an einer US-amerikanischen Börse kotierten Beteiligungspapieren vorsieht: Verliert ein Titel während eines Handelstages mindestens 10 % an Wert, so verhindert ein automatisch ausgelöster *circuit breaker*, dass Leerverkäufe zu einem unter dem *national best bid* liegenden Kurs ausgeführt werden. Dazu eingehend: JOHNSON ET AL. (FN 81), 2.

<sup>86</sup> Gerechnet auf die gesamte Untersuchungsdauer (die Analyse bezog sich auf den Zeitraum vom 3.1.2006–3.2.2011, was rund 1300 Börsentagen entspricht) waren pro Börsentag durchschnittlich mehr als 14 derartiger Extremereignisse zu verzeichnen.

<sup>87</sup> JOHNSON ET AL. (FN 81), 1. Zur Rolle von Reg NMS für den Hochfrequenzhandel siehe vorn FN 35.

denden, rein maschinell gesteuerten Mikroereignissen einerseits und sich langsam aufbauenden, globalen Instabilitäten auf der Makroebene andererseits.<sup>88</sup> Diese Interdependenzen zwischen Makro- und Mikroebene zeigten sich besonders eindrücklich anhand der Kursverläufe von Finanztiteln ab Frühjahr 2008 bis zur Insolvenz-erklärung durch Lehman Brothers Holdings Inc. Mitte September 2008.<sup>89</sup>

## 2. Risikoanalyse

Die technologisch dominierten Handelsplätze des 21. Jahrhunderts sind als gigantische Supersysteme (sog. *system of systems* «SoS») zu verstehen.<sup>90</sup> Sie bestehen aus einer Vielzahl interdependenter, konstitutiver Elemente – konkret aus Menschen, Handelsalgorithmen, elektronischen Handelssystemen, Risikomanagement- und Überwachungssystemen, Börsen und andere Handelsplattformen sowie nachgelagerten Infrastrukturen wie Clearing- und Settlementssystemen –, welche jedoch unabhängig voneinander entwickelt, beschafft, unterhalten und überwacht werden. Ein zentrales Charakteristikum derartiger Supersysteme liegt darin, dass Dysfunktionalitäten, welche eine oder mehrere dieser Einzelkomponenten betreffen, sich im Rahmen einer *Kettenreaktion* gegenseitig verstärken und letztlich in eine systemweite Katastrophe münden können.<sup>91</sup>

Effektiv finden sich in den Handelsverläufen von Hochfrequenzhändlern Muster, welche auf derartige Effekte schliessen lassen: Gerade in angespannten Marktsituationen zeigte sich wiederholt, dass adverse Entwicklungen durch automatisch ausgelöste Algorithmen extrem verstärkt wurden.<sup>92</sup> Beim *Flash Crash* legten Hochfrequenzalgorithmen einen klassischen «*hot potato*

*trading*»-Verhalten<sup>93</sup> an den Tag, so dass sinkende Kurse in einzelnen Titeln in kürzester Zeit in eine allgemeine, marktweite Abwärtsspirale riesigen Ausmasses mündeten. Der Grund dafür liegt im «Herdenverhalten»<sup>94</sup> von adaptiven, weitestgehend korreliert und synchron auf bestimmte Marktsignale agierenden Algorithmen.<sup>95</sup> Über systemimmanente *Rückkopplungsschleifen*<sup>96</sup> sowie nichtlineare, kaum voraussehbare Prozesse kommt es letztlich zu fatalen Kettenreaktionen<sup>97</sup>, welche sich ihrerseits bis hin zu systemischen Instabilitäten hochschaukeln können.<sup>98</sup>

Die Tendenz zu *Herdenverhalten* ist bei Hochfrequenz-Algorithmen vermutlich deshalb noch stärker ausgeprägt als bei menschlichen Händlern,<sup>99</sup> weil deren Strategien jeweils nicht ad hoc mit Blick auf eine konkrete Situation, sondern abstrakt entwickelt werden. Gerade eine übersteigerte Sicherheitsorientierung kann bei einer grossen Zahl von weitestgehend kongruenten Hedging-Positionen zu einer beträchtlichen Erhöhung des systemischen Risikos auf Finanzmärkten führen.<sup>100</sup> Man hat mit Blick darauf bereits die Herausbildung einer eigentli-

<sup>88</sup> JOHNSON ET AL. (FN 81), 2 f.

<sup>89</sup> JOHNSON ET AL. (FN 81), 2, zeigen auf, dass die meisten UEEs in dieser Zeitperiode Aktien von Finanzinstituten betrafen; am meisten UEEs (diese sind bei JOHNSON ET AL. (FN 81) in Abbildung 1C mit grünen Linien dargestellt) wiesen folgende Titel auf: Morgan Stanley, Goldman Sachs, Wells Fargo, JPMorgan Chase, MetLife, Bank of America, Bear Stearns, Lehman Brothers, Citigroup, American International Group, Merrill Lynch, Bank of New York Mellon und Prudential Financial. Ähnliche Kopplungseffekte zwischen Mikro- und Makroebene beobachteten JOHNSON ET AL. (FN 81), 3, auch beim *Flash Crash*. Dazu vorn, FN 73.

<sup>90</sup> Grundlegend zu dieser Theorie: CLIFF/NORTHROP (FN 2), 40.

<sup>91</sup> Der SoS-Ansatz kommt namentlich auch im Bereich der Raumfahrt, im Gesundheitswesen oder in der Energiewirtschaft (insbes. Kernkraft) zum Einsatz. Ein eigener Wissenschaftszweig (sog. *system of systems engineering*) widmet sich der Definition, Abstrahierung, Modellierung und Analyse spezifischer SoS-Probleme.

<sup>92</sup> CLIFF ET AL. (FN 13), 24, spricht in diesem Kontext von: A new «form of contagion could be said to occur when any traders (human or algorithmic) all implement the same trading strategy, thereby unintentionally reinforcing a trend; or indeed when they all rely on identical risk models, in which case any omissions in the risk model is amplified to become systemic factors». Ähnlich auch FARMER/SKOURAS (FN 75), 26.

<sup>93</sup> SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 10: «On May 6, 2010, HFT created a «hot potato effect». Paired with other sellers, this translated in a negative spiralling effect».

<sup>94</sup> Zum Herdenverhalten von Algorithmen während des Flash Crash: SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 7: «[They tend to] herd and therefore form large destabilizing crowds».

<sup>95</sup> JON DANIELSSON/ILKNUR ZER, Systemic risk arising from computer based trading and connections to the empirical literature on systemic risk, UK Foresight Project (FN 13), Driver Review (DR 29), London 2012, 12; ZIGRAND ET AL. (FN 55), 7 ff.; SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 12: «As HFT use short-term information as well as adaptive algorithms, there is potential for herding as the strategies can crowd to the same signal, synchronize and lead to transient large instabilities»; 16: «[...] algorithms involved in HFT adapt and learn (and therefore imitate) somewhat similarly to human investors».

<sup>96</sup> Rückkopplungen sind Mechanismen, welche in verschiedensten Arten von Systemen – ökonomische, soziale, technische etc. – auftreten. Man spricht von Rückkopplung, wenn ein vom System ausgehendes Signal – allenfalls in modifizierter Form – wieder ins System zurückgeleitet wird. Vorliegend stehen selbstverstärkende, positive Rückkopplungsschleifen im Vordergrund. Dazu: DANIELSSON/ZER (FN 95), 13: «There are good reasons to believe that under special circumstances high frequency extremes might interact with trading algorithms to generate endogenous feedback loops, resulting in extreme medium frequency outcomes and even on to a systemic event». Siehe dazu auch: JOHNSON ET AL. (FN 81), 2 f.

<sup>97</sup> ZIGRAND ET AL. (FN 55), 4; DANIELSSON/ZER (FN 95), 12; HALDANE (FN 30), 11.

<sup>98</sup> DANIELSSON/ZER (FN 95), 13: «[Computer based trading] might create systemic risk when the aggregation of very high-frequency outcomes leads to a chain reaction whereby market participants suddenly coordinate in selling and buying the same assets [...]». SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 12: [...] we suggest that financial instabilities can be expected to flourish in a world dominated by HFT».

<sup>99</sup> CHABOUD ET AL. (FN 47), 2: «First, we find evidence that algorithmic trades tend to be correlated, suggesting that the algorithmic strategies used in the market are not as diverse as those used by non-algorithmic traders».

<sup>100</sup> Siehe dazu die als «Persaud Paradoxon» bezeichneten Theorien des britischen Professors AVINASH PERSAUD. Zum Ganzen: Financial Times vom 25.8.2005, «Avoiding the risks created by avoiding the risks».

chen *Monokultur* von Handelsalgorithmen mit geringer Diversifikation beobachtet, wobei die hohen Hürden bei der Patentierbarkeit von Software vermutlich eine nicht unerhebliche Rolle spielen dürften.<sup>101</sup>

Entscheidend ins Gewicht fällt dabei, dass die Marktdynamik im Hochfrequenzhandel *menschlicher Intervention* vollständig *entzogen* ist.<sup>102</sup> Konnten beim traditionellen algorithmischen Handel mit langen Latenzzeiten dysfunktional verlaufende Prozesse im laufenden Handel noch durch Eingriffe von Menschenhand korrigiert werden, sind die Rechner im hochfrequenten Handel weitestgehend sich selbst überlassen, wobei ihr Handlungsspielraum auf die programmierten algorithmischen Strukturen beschränkt bleibt.<sup>103</sup> Besonders problematisch wird dies, wenn den Algorithmen inakkurate mathematische Modelle, Programmierfehler («bugs») oder instabile Softwaredesigns zugrunde liegen bzw. wenn die menschlichen Programmierer gewisse Entwicklungsszenarien schlichtweg ausser Acht gelassen haben.<sup>104</sup> Dann zeigt sich in Gestalt des klassischen *Schmetterlingseffekts*<sup>105</sup>, wie weit die Assimilation der modernen Finanzmärkte an die (biologischen) Ökosysteme bereits fortgeschritten ist.

Der allgemeine Tenor in der Wissenschaft geht dahin, dass es zumindest denkbar wäre, dass der Hochfrequenzhandel bei einer Verkettung unglücklicher Umstände ein *systemisches Ereignis* auslösen könnte.<sup>106</sup> Selbst wenn

eine Plausibilität für diese These besteht, steht ein strikter wissenschaftlicher Nachweis dafür noch aus.

### 3. Risikobewertung

#### 3.1 Wohlfahrtsökonomische Perspektive: Negative Externalitäten

Sowohl aus der Empirie als auch aus der wissenschaftlichen Aufbereitung von Marktdaten ergeben sich Anhaltspunkte dafür, dass die Handelsstrategien von Hochfrequenzhändlern aufgrund ihrer Eigengesetzlichkeiten Instabilitäten auf den Märkten hervorrufen oder diese zumindest wesentlich verstärken können.<sup>107</sup> Zudem scheint es plausibel, dass der Hochfrequenzhandel mit seinen enorm hohen Kapazitätsanforderungen die bestehenden Handelsinfrastrukturen an ihre Belastungsgrenzen bringt und dadurch die Anfälligkeit für technische Funktionsstörungen erhöht.<sup>108</sup> In beiden Konstellationen liegen – ähnlich wie bei Umweltschäden infolge unkontrollierter Emissionen von Schadstoffen – sog. *negative Externalitäten* vor.<sup>109</sup> Dabei gilt es zu betonen, dass sich die potentiell anfallenden, sozialen Kosten keineswegs nur in unmittelbar quantifizierbaren Schäden erschöpfen; aus wohlfahrtsökonomischer Perspektive fällt besonders negativ ins Gewicht, dass die sich häufenden Pannen und Anomalien im Handel zu einem grossen *Vertrauensverlust* punkto Stabilität und technischer Robustheit der heutigen Handelsinfrastrukturen geführt haben; dieser ist der Effizienz der Märkte abträglich.<sup>110</sup>

<sup>101</sup> Siehe dazu: FARMER/SKOURAS (FN 70), 26, welche die systemische Relevanz dieser weitgehenden Homogenität und Interdependenz von algorithmischen Strategien hervorheben. Die positive Bedeutung von «diversity» betonend: ZIGRAND ET AL. (FN 55), 4.

<sup>102</sup> Kritisch zu dieser Entwicklung: FRANK PARTNOY, Don't Blink: Snap Decisions and Securities Regulations, 77 Brook. L. Rev. 151 (2011). Ähnlich: CLIFF/NORTHROP (FN 2), 40.

<sup>103</sup> ZIGRAND ET AL. (FN 55), 4: «A driver for future risk and catastrophes lies in the fact that [...] in a stress situation many algorithms quickly and unwittingly coordinate, act in unison and feed on each other in a feedback loop, thereby leading to a disproportionate value destruction».

<sup>104</sup> DAVIS/KUMIEGA/VAN VLIET (FN 49), 854; CLIFF ET AL. (FN 13), 24.

<sup>105</sup> Der aus der Ökologie bekannte Schmetterlingseffekt, wonach der Flügelschlag eines Schmetterlings in Kalifornien einen Orkan auf den Philippinen auslösen kann, zeigt sich beim Hochfrequenzhandel darin, dass eine Vielzahl minimier Transaktionen, gekoppelt mit enormen Geschwindigkeiten zu sehr grossen Effekten führen kann.

<sup>106</sup> Deutlich bejahend: SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 7, 12, 16, 18: «This higher turbulence in the form of an increasing number of crashes could raise overall market risk due to the possibility of excitation to other markets and possible herding, specifically when the market is already fragile (e.g. May 6, 2010; the Greece crisis). It is conceivable that, as a consequence, we could see much larger «system failures», specifically if paired with general pessimism and a mistrust in the financial system. Those failures might result in losses in the real economy that take much longer to recover than the recovery after flash crashes so far». Ähnlich auch: CLIFF/NORTHROP (FN 2), 32 ff., 40, wonach der Flash Crash um ein Vielfaches schlimmere Auswirkungen hätte haben können, wenn er sich am späten Nachmittag kurz vor Börsenschluss in den USA ereignet hätte. Mit den drei wichtigsten Indizes auf einem absoluten Tiefstand hätte sich mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit über Nacht allgemeine Panik ausgebreitet, so dass bei Eröffnung der Börse in Tokyo die Preise am kommenden Tag mehr oder weniger in freiem Fall gewesen wären. Systemische Relevanz vorsichtig

bejahend: CHABOUD ET AL. (FN 47), 2; JOHNSON ET AL. (FN 81), 3 ff.; ZIGRAND ET AL. (FN 55), 4. Eher verneinend: DANIELSSON/ZER (FN 98), 10, 13: «The preponderance of available evidence argues against [HFT] being of systemic concern. This however does not lead us to the conclusion that one should disregard the systemic consequences of [HFT]».

<sup>107</sup> Eingehend dazu vorn, III.1.2 (Empirie) sowie III.2 (wissenschaftliche Analysen).

<sup>108</sup> BARKER/POMERANTS (FN 43), 51, sprechen in diesem Kontext von «infrastructure overload» und fürchten ein «systemic risk», sofern ein marktweiter Ausfall finanzmarktspezifischer Infrastrukturen droht. Auch HALDANE (FN 30), 11, sieht die «systemic resilience» angesichts der jüngsten Entwicklungen auf den Märkten in Frage gestellt. Ähnlich auch: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 26.8.2013, Ad hoc-Blog (FN 28).

<sup>109</sup> Negative Externalitäten liegen dann vor, wenn wirtschaftliche Tätigkeit bzw. privater Konsum negative Auswirkungen – z.B. in Form von Kosten – auf unbeteiligte Dritte oder auf die Gesellschaft als Ganzes hat. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive verursachen negative Externalitäten soziale Kosten und führen zu Marktversagen was oft staatliche Interventionen notwendig werden lässt. Dazu eingehend, hinten, FN 128.

<sup>110</sup> Vertrauen gilt als *conditio sine qua non* für effiziente Finanzmärkte, weil es ein wirksamer Mechanismus zur Bewältigung von Unsicherheit und zur Reduktion von Komplexität ist. Grundlegend: GUNTHER TEUBNER, Das Recht als autopoietisches System, Frankfurt a.M. 1989. Bei gravierendem Vertrauensverlust droht Marktversagen (hinten, FN 128), das es mit regulierenden Interventionen zu verhindern oder zu beseitigen gilt. Zur Bedeutung des Vertrauensschutzes: OLIVER LEPSIUS, in: Fehling/Ruffert (FN 57), § 19 N 22.



### 3.2 Normative Perspektive: Systemische Risiken und Systemrelevanz von Börsen

Aus normativer Perspektive zentral ist die – bis dato weitestgehend ungeklärte – Frage, ob die vom Hochfrequenzhandel ausgehenden negativen Externalitäten punkto Ausmass und Wirkung dergestalt sind, dass sie mit den herkömmlichen Fallkonstellationen von *systemischen Risiken*<sup>111</sup> vergleichbar oder sogar mit diesen gleichzusetzen sind.<sup>112</sup> Eng damit verknüpft ist die Frage, ob Handelsplätze, auf welchen Hochfrequenzhandel betrieben wird, als systemrelevant zu qualifizieren sind. Dabei handelt es sich keineswegs nur um rein theoretisch interessante Fragestellungen, sondern vielmehr um solche von hoher praktischer Relevanz: Denn die international anerkannten Standards sehen zwecks Vermeidung systemischer Ereignisse für systemrelevante Institute und Funktionen höhere regulatorische Anforderungen sowie ein strikteres Aufsichtsregime vor.<sup>113</sup>

Die Frage nach der *Systemrelevanz von Börsen* und anderen bedeutenden Handelsplätzen ist nicht leicht zu beantworten. Nach einschlägigen internationalen Standards der IOSCO<sup>114</sup> – denen auch das schweizerische Recht folgt – gelten bis dato nämlich nur Finanzinstitute, Zahlungs- und Effektenabwicklungssysteme, zentrale Gegenparteien und Zentralverwahrer, nicht aber Börsen und andere Handelsplätze als «systemisch bedeutend».<sup>115</sup>

Allerdings hat es IOSCO den Regulierungsbehörden der jeweiligen Länder freigestellt, die für systemrelevante Infrastrukturen geltenden Regulierungsstandards nach eigenem Ermessen auch auf Börsen und andere Handelsplätze anzuwenden.<sup>116</sup> Für die Beurteilung von Systemrelevanz im konkreten Einzelfall sind jeweils nicht nur die absolute Grösse eines Finanzmarktakteurs, sondern auch dessen *Komplexität und Vernetzung*, seine globalen, gebietsübergreifenden Aktivitäten und die mangelnde Substituierbarkeit seiner Funktion zu berücksichtigen.<sup>117</sup> Sofern es um das spezifische Gefährdungspotential von Finanzmarktinfrastrukturen geht, sprechen primär komplexe «Interdependenzen», «Interkonnektivität» sowie «Netzwerkcharakter» für eine Bejahung von Systemrelevanz.<sup>118</sup> Zu berücksichtigen ist zudem die Reichweite einer Infrastruktur (und zwar sowohl geografisch als auch volumenmässig mit Blick auf die Anzahl Betroffener) sowie das zu erwartende Ausmass einer Störung mit Blick auf die Ausfalldauer und die potentiell anfallenden Schadenspositionen.<sup>119</sup>

M.E. spricht Vieles dafür, dass es sinnvoll wäre, das Regulierungskonzept der Systemrelevanz im Grundsatz auch auf Börsen und auf andere bedeutende Handelsplätze auszudehnen. Denn gerade angesichts der grundlegend veränderten «Topographie» der Märkte sind *Ansteckungseffekte (contagion)* zu einem ernstzunehmenden Risiko im Börsenhandel geworden.<sup>120</sup> Die wachsende Fragmentierung hat die Vielzahl von Börsen und alternativen Handelsplätzen zu einem überkomplexen, fragilen Netzwerk anwachsen lassen, dass angesichts des zentralen Mechanismus der Preisbildung eine sehr hohe Interdependenzrate aufweist. Beim *Flash Freeze* hat sich mehr als eindrücklich gezeigt, dass ein einwandfrei funktionierender Handel längst nicht mehr nur von der Operabilität einer einzelnen Handelsplattform, sondern mindestens ebenso sehr von deren einwandfreien Vernetzung mit anderen Handelsplätzen abhängt.<sup>121</sup> Je grösser indes die Zahl der Handelsplätze wird, auf welchen die

<sup>111</sup> Obwohl systemische Risiken seit der Finanzkrise ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt sind, hat sich bis heute kein einheitliches Begriffsverständnis herausgebildet. Im Sinne des kleinsten gemeinsamen Nenners steht dieser Begriff für ein (fiktives) Szenario, in welchem der Ausfall eines Marktteilnehmers auf andere Marktakteure übergreift, was letztlich zu einer Gefährdung der Finanzstabilität führt. Uneinigkeit besteht darüber, ob negative Auswirkungen auf die Realwirtschaft ebenfalls begriffswesentlich sind. Eingehend: PATRICK LIEDTKE, *The Lack of an Appropriate Definition of Systemic Risk, Insurance and Finance*, No. 6, Juli 2010, 1–3; STEVEN SCHWARZ, *Systemic Risk*, 97 *The Georgetown Law Journal* (2008) 193 ff., 204. Aus schweizerischer Perspektive: PETER NOBEL, *Der Risikobegriff und rechtliche Risiken*, ZSR 129 (2010) I, 3 ff., 18 ff.; ROLF H. WEBER, *Risikomanagement und Systemschutz bei Finanzinfrastrukturen*, in: *Risikomanagement durch Recht im Banken- und Versicherungsbereich*, Zürich 2006, 108–136, 110; HEINZ ZIMMERMANN/ANDREA BUBB, *Finanzkrisen und systemisches Risiko*, in: FS Peter Nobel, Bern 2005, 745 ff.

<sup>112</sup> Die «klassische Konstellation» eines systemischen Ereignisses bezieht sich i.d.R. auf den Ausfall eines sehr grossen, komplexen und global vernetzten Finanzinstituts. Seit einigen Jahren ist jedoch anerkannt, dass auch der Ausfall relevanter Infrastrukturen und Funktionen, namentlich etwa von Zahlungs- und Effektenabwicklungssystemen, zu einem systemischen Ereignis führen könnte. Dazu explizit: Botschaft über die Revision des NBG vom 26.6.2002, BBl 2002 6097 ff., 6164.

<sup>113</sup> Der makroprudentielle Aufsichtsansatz bezweckt, die von systemisch relevanten Instituten, Produkten und Funktionen ausgehenden Risiken laufend zu überwachen und soweit möglich zu begrenzen. Einschlägig: BIZ, *Committee on the Global Financial System (BIZ-CGFS)*, CGFS-Paper No. 38, *Macroprudential instruments and frameworks*, Mai 2010 (<[www.bis.org/publ/cgfs38.pdf](http://www.bis.org/publ/cgfs38.pdf)>).

<sup>114</sup> IOSCO, *Committee on Payment and Settlement Systems (CPSS-IOSCO)*, *Principles for financial market infrastructures*, April 2012, 18; BIZ-CGFS (FN 113), 9.

<sup>115</sup> Unter dem geltenden Recht ist Art. 20 NBV einschlägig; darin werden die systemrelevanten Finanzmarktinfrastrukturen (SIC,

SECOM und CCP) explizit und abschliessend aufgezählt. Börsen und andere Handelsplätze sind darin jedoch nicht vorgesehen. Auch die geplante Neuregelung in Art. 21 VE-FinfraG erwähnt Handelsplätze im Kontext mit systemrelevanten Finanzmarktinfrastrukturen nicht.

<sup>116</sup> CPSS-IOSCO (FN 114), 5 FN 2.

<sup>117</sup> Financial Stability Board (FSB), *Guidance to assess the systemic importance of financial institutions, markets and instruments*, Report to the G20 Finance Ministers and Central Bank Governors, Oktober 2009.

<sup>118</sup> CPSS-IOSCO (FN 114), 18; WEBER (FN 111), 108 f., 110; ZIMMERMANN/BUBB (FN 111), 757 f.

<sup>119</sup> WEBER (FN 111), 112.

<sup>120</sup> ANDREI A. KIRILENKO/ANDREW W. LO, *Moore's Law vs. Murphy's Law: Algorithmic Trading and Its Discontents*, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 27 No. 2, 2013, 51–72, 67 f. HALDANE (FN 30), 10 f.

<sup>121</sup> Der *Flash Freeze* (FN 74, FN 80) wurde durch den Unterbruch einer Datenverbindung zwischen NYSE und NASDAQ ausgelöst. Angesichts der Vernetzung von NASDAQ mit einer Vielzahl von anderen Handelsplätzen kam es im Handel mit gewissen Technologietiteln zu massiven Störungen in der Preisbildung.



selben Titel gehandelt werden, desto höher werden die Anforderungen an die Systeme und Mechanismen, welche einen einwandfreien, gegenseitigen Datenaustausch sicherstellen sollen.<sup>122</sup> Der Hochfrequenzhandel hat diese Aufgabe mit den in immer kürzer werdenden Zeitabständen anfallenden, geradezu gigantisch anmutenden Datenvolumen nochmals um ein Vielfaches erschwert.

Vor diesem Hintergrund, aber auch angesichts der Tatsache, dass Börsen und andere bedeutende Handelsplätze mit ihrer *Preisbildungsfunktion* und der öffentlichen Verbreitung dieser Information eine *zentrale Funktion* auf den Finanzmärkten erfüllen, die möglicherweise nicht so leicht und ohne grössere Marktverwerfungen substituierbar ist, sollte eine potentielle Systemrelevanz jeweils auch für Handelsplätze von den Aufsichtsbehörden im Einzelfall geprüft werden, und zwar angesichts der erhöhten Komplexität insbesondere dann, wenn auf dem betreffenden Handelsplatz mit nicht unbeträchtlichen Aktivitäten von Hochfrequenzhändlern zu rechnen ist.<sup>123</sup>

#### IV. Risikovorsorge: Regulierung und Aufsicht

##### 1. Legitimation staatlicher Intervention gestützt auf das Vorsorgeprinzip

Der Hochfrequenzhandel ist ein relativ junges Phänomen. Dieser Umstand bringt die Schwierigkeit mit sich, dass im heutigen Zeitpunkt noch *keine gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse* zum mutmasslichen Schadenspotential und zur Eintrittswahrscheinlichkeit eines durch den Hochfrequenzhandel verursachten, systemischen Ereignisses vorliegen:<sup>124</sup> Empirische Erfahrungstatsachen haben bis dato lediglich anekdotische, wenn auch bezüglich Frequenz und Ausmass durchaus besorgniserregende Hinweise auf eine erhöhte Vulnerabilität der Handelsplätze und -systeme geliefert.<sup>125</sup> Eine direkte und vor allem singuläre Kausalität des Hochfrequenzhandels liess sich allerdings für kaum einen der bisherigen Pannenfälle nachweisen und zudem erreichte keines

dieser Ereignisse systemisches Ausmass. Trotz Schlüssigkeit der Argumentation und weitgehender Übereinstimmung lassen die bisher formulierten wissenschaftlichen Thesen das Szenario eines durch den Hochfrequenzhandel ausgelösten, systemischen Ereignisses höchstens plausibel erscheinen.<sup>126</sup>

Diese Ausgangslage stellt den Gesetzgeber vor grosse Herausforderungen, denn der Nachweis der *Notwendigkeit einer staatlichen Intervention* dürfte – zumindest was potentiell systemische Risiken betrifft<sup>127</sup> – vor dem soeben geschilderten Hintergrund im heutigen Zeitpunkt schwierig zu erbringen sein.<sup>128</sup> In diesem Kontext stellt sich die grundlegende Frage, ob den Staat trotz Ungewissheit und Unwissen eine Pflicht zu umfassender Risikovorsorge<sup>129</sup> zum Schutz der Finanzstabilität trifft – etwa analog dazu, wie es das international anerkannte Vorsorgeprinzip zum Schutz der Umwelt sowie der Unversehrtheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen anordnet.<sup>130</sup> Das Vorsorgeprinzip legitimiert den Staat auch bei Ungewissheit über Kausalverläufe (Ursache – Wirkung) zu präventiver Risikovorsorge, um langfristig drohende Schäden zu vermeiden; es führt somit zu einer Vorverlegung der Schwelle, ab welcher eine staatliche Intervention zulässig oder sogar geboten ist.<sup>131</sup>

<sup>126</sup> Dazu vorn, III.2.

<sup>127</sup> Ausreichend erhärtet sein dürfte die These, dass der Hochfrequenzhandel zu Marktversagen in Form negativer Externalitäten führt. Dazu vorn, III.3.1. Unklar ist jedoch, ob diese negativen Effekte ein Schadenspotential systemischen Ausmasses anzunehmen vermögen. Siehe dazu vorn, FN 106.

<sup>128</sup> Staatliche Eingriffe in den Grundsatz der Wirtschaftsfreiheit (Art. 27 BV) sind nur unter den Schranken von Art. 36 BV zulässig, wobei sich insbesondere die Frage der Notwendigkeit stellt (explizit: Art. 7 Abs. 2 FINMAG). Notwendigkeit wird regelmässig dann angenommen, wenn Marktversagen zu erwarten ist. Zur ökonomischen Theorie des Marktversagens: FRANCIS BATOR, *The Anatomy of Market Failure*, 72 (3) *The Quarterly Journal of Economics* (1958), 351–379. Zur Bedeutung des Marktversagens für die Legitimation staatlicher Intervention: RHINOW/SCHMID/BIAGGINI/UHLMANN, *Öffentliches Wirtschaftsrecht*, Zürich 2011, § 4 N 84; § 15 N 44; § 27 N 2; CREMER, in: Fehling/Ruffert (FN 57), § 5 N 94 ff.

<sup>129</sup> Zur Rolle staatlicher Risikovorsorge in von Unsicherheit geprägten Tatsachenlagen sowie zum Unterschied zwischen Gefahrenabwehr und Risikovorsorge siehe: MARKUS THIEL, *Die «Entgrenzung» der Gefahrenabwehr*, Habil. Düsseldorf 2009/10, *Jus Publicum* Bd. 205, Tübingen 2011, 70 ff., 91 ff.; PETER HETTICH, *Kooperative Risikovorsorge, Regulierte Selbstregulierung im Recht der operationellen und technischen Risiken*, Habil. St. Gallen, Zürich 2014, N 72 ff., 85 ff.

<sup>130</sup> Das Vorsorgeprinzip geht zurück auf die im Jahr 1992 verabschiedete Rio Declaration on Environment and Development ([www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm)) und wurde seither weltweit konkretisiert; in der EU wurde es als allgemeines Rechtsprinzip anerkannt (EU-Kommission, Mitteilung über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips vom 2.2.2001, KOM [2000] 1 endg., 12).

<sup>131</sup> Im Unterschied zur klassischen Gefahrenabwehr ist im Bereich der Risikovorsorge kein Nachweis einer konkreten Wahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses erforderlich. Im Gegenteil: Im Rahmen der Risikovorsorge kann sich der Staat nicht auf das Bestehen von Unsicherheiten berufen und eine Regulierung unterlassen. Dazu: THIEL (FN 129), 67 ff., 71; HETTICH (FN 129), N 75, N 80. Umstritten ist, ob das Vorsorgeprinzip auch zu einer Umkehr der Beweislast für die Gefährlichkeit einer Innovation führt («starke Form»

<sup>122</sup> Gleiches gilt im Übrigen natürlich auch für die wachsenden Interdependenzen zwischen Derivatmärkten und den Märkten, an welchen die entsprechenden Basiswerte (namentlich Aktien oder Rohstoffe) gehandelt werden. Die Arbitrageaktivitäten der Hochfrequenzhändler haben gerade auch im Verhältnis zwischen diesen verschiedenen Märkten zu grossen Interdependenzen geführt, die möglicherweise Ansteckungseffekte provozieren könnten. Dazu: HALDANE (FN 30), 10 f.

<sup>123</sup> JOSANCO FLOREANI/MAURIZIO POLATO, *The Economics of the Global Stock Exchange Industry*, Palgrave Macmillan Studies in Banking and Financial Institutions, London 2013, 80.

<sup>124</sup> Anschaulich für die wissenschaftliche Unsicherheit statt Vieler etwa: CLIFF ET AL. (FN 13), 24: «The risks associated with high-frequency algorithmic trading are poorly understood».

<sup>125</sup> Dazu vorn, III.1.2.

Während in anderen Jurisdiktionen bereits sehr engagiert für eine analoge Anwendung des *Vorsorgeprinzips* auf Finanzmarktregulierungsfragen plädiert wird,<sup>132</sup> wurde diese Frage in der Schweiz bisher kaum thematisiert.<sup>133</sup> Ausgehend vom Wortlaut von Art. 74 Abs. 2 BV blieb der Anwendungsbereich des Vorsorgeprinzips in der Schweiz lange auf das Umweltrecht beschränkt; erst seit einigen Jahren lässt sich eine gewisse Ausdehnung auf verwandte Gebiete, wie etwa auf das Gesundheits-, Lebensmittel- oder Heilmittelrecht feststellen.<sup>134</sup> Von der Anerkennung als allgemeines Rechtsprinzip ist das Vorsorgeprinzip in der Schweiz jedoch weit entfernt.<sup>135</sup> Nichtsdestotrotz sprechen m.E. gewichtige Gründe dafür, das Vorsorgeprinzip künftig im Sinne einer *Leitlinie* zu Rate zu ziehen, wenn es um die Beurteilung der *Regulierungsbedürftigkeit* von komplexen *Finanzinnovationen* geht, deren potentielle Risiken nach dem heutigen Stand der Wissenschaft noch nicht absehbar sind:

- Das Finanzmarktrecht des 21. Jahrhunderts zeigt weitreichende *Parallelen* zu den Herausforderungen, mit denen sich Wissenschaft und Politik schon vor Jahren im Bereich des Umweltschutzes auseinanderzusetzen hatten: In beiden Regelungsgebieten stehen vernetzte, interdependente und sich stetig weiterentwickelnde (Öko-)Systeme im Zentrum, wobei die Regulatoren in beiden Bereichen mit überkomplexen, neuen Technologien konfrontiert werden, deren Risiken und Schadenspotential ungewiss sind. Kongruenz zeigt sich ausserdem darin, dass in beiden Gebieten nichtlineare Prozesse und extreme Dynamiken,

wie etwa der Schmetterlingseffekt, die Etablierung klarer Kausalketten verunmöglichen.<sup>136</sup>

- Die Orientierung am Vorsorgeprinzip ist dort ganz besonders vordringlich, wo den Staat eine aus den Grundrechten fließende Schutzpflicht trifft.<sup>137</sup> Die *Finanzstabilität* zählt zu jenen fundamentalen Rechtsgütern,<sup>138</sup> zu deren Gewährleistung den Staat eine verfassungsrechtliche Pflicht trifft.<sup>139</sup> Ein frühzeitig einsetzender Schutz auf Basis des Vorsorgeprinzips rechtfertigt sich umso mehr, als die Finanzstabilität das typische Schicksal aller «öffentlichen Güter»<sup>140</sup> teilt; ohne geeigneten institutionellen Rahmen würde Finanzstabilität der Gefahr von Übernutzung und Unterproduktion unterliegen.<sup>141</sup>

Ganz abgesehen davon hat sich das Finanzmarktrecht ohnehin schon seit einiger Zeit vom klassischen Gefahrenabwehrrecht zum *präventiven Risikovorsorgerecht* gewandelt.<sup>142</sup> Der Rückgriff auf neuartige Regulierungsinstrumente, wie namentlich etwa auf das Vorsorgeprinzip, rechtfertigt sich insbesondere angesichts der Eigen-

des Vorsorgeprinzips). Mit Ausnahme von Bereichen, in welchen schwerwiegende, irreversible Schäden denkbar sind (Bsp.: Kernenergie) wird dies jedoch i.d.R. eher verneint («schwache Form» des Vorsorgeprinzips: Beweislast bleibt beim Staat). Zum Ganzen: KLAUS-PETER RIPPE, *Vorsorge als umweltethisches Leitprinzip*, Gutachten im Auftrag der Eidgenössischen Ethikkommission für den ausserhumanen Bereich, 2002, 6.

<sup>132</sup> Für Deutschland: CHRISTIAN CALLIESS, *Finanzkrisen als Herausforderung der internationalen, europäischen und nationalen Rechtssetzung*, in: VVDStRL, Band 71, Berlin 2012, 113–182, 136 ff. Für die USA: JAMES CROTTY/GERALD EPSTEIN, *A Financial Precautionary Principle: New Rules for Financial Product Safety*, Department of Economics, University of Massachusetts, Amherst 2009, 7 ff.; SAULE T. OMAROVA, *License to Deal: Mandatory Approval of Complex Financial Products*, 90 Wash. U. L. Rev. 64, 85 (2012); HILARY ALLEN, *A New Philosophy for Financial Stability Regulation*, 45 Loy. U. Chi. L. J. 173 (2013), 195.

<sup>133</sup> Für erste rechtsphilosophisch begründete Überlegungen siehe jedoch: ANNE VAN AAKEN, *Gefordert und überfordert: Wie viel Fortschritt trägt der Mensch?* in: Strebel-Aerni (FN 12), 319–341, 334, 336.

<sup>134</sup> So etwa in: BGE 132 II 305 Erw. 4.3. (Staatshaftungsklage betroffener Landwirte wegen Präventivmassnahmen zur Bekämpfung des Rinderwahnsinns). Grundlegend: ROLF H. WEBER/MICHAEL VLCEK, «Vorsorgeprinzip» als Wegweiser im Lebensmittel- und Gesundheitsrecht, in: Jusletter vom 3.4.2006, N 16.

<sup>135</sup> Eingehend dazu: FABIA JUNGO, *Le principe de précaution en droit de l'environnement suisse*, Diss. Lausanne 2011, Genf/Zürich/Basel 2012, 163 ff. Zur inversen Situation in der EU siehe vorn, FN 131.

<sup>136</sup> CALLIESS (FN 132), 136 f., 139; ALLEN (FN 132), 192. Siehe indes auch: ANDREW G. HALDANE/ROBERT M. MAY, *Systemic Risk in Banking Ecosystems*, 469 Nature (20.1.2011), 351–355.

<sup>137</sup> VAN AAKEN (FN 133), 338, bejaht unter Berufung auf JOHN RAWLS bei Finanzkrisen eine staatliche Pflicht «gemäss dem Vorsorgeprinzip Verletzungen des Kernbereichs von Grundrechten Dritter zu verhindern».

<sup>138</sup> In der Schweiz haben die Finanzstabilität und das einwandfreie Funktionieren des Finanzsystems spätestens seit dem Leitescheid i.S. UBS den Status «fundamentaler Rechtsgüter» erlangt. Siehe dazu: BGE Urteil 2C\_127/2010 vom 15.7.2011, Erw. 4.1. Bei schwerwiegender und unmittelbar drohender Gefahr können diese Rechtsgüter nötigenfalls auch allein gestützt auf die polizeiliche Generalklausel geschützt werden. Eingehend dazu: ANDREAS KLEY, *Die UBS-Rettung im historischen Kontext des Notrechts*, ZSR 2011 I 123 ff.

<sup>139</sup> Das ergibt sich implizit aus dem Bericht des Bundesrates zur Finanzmarktpolitik vom 19.12.2012, 20: «[...] Die Wahrung der Stabilität ist eine zentrale Aufgabe der Aufsichtstätigkeit [...]» Siehe dazu auch: HETTICH (FN 129), N 143, der im «Systemrisikomanagement» aufgrund des hohen Schadenspotentials systemischer Risiken «eine vordringliche Staatsaufgabe» sieht. Zum deutschen Recht siehe: CALLIESS (FN 132), 139; WOLFRAM HÖFLING, *Finanzmarktregulierung – Welche Regelungen empfehlen sich für den deutschen und europäischen Finanzsektor*, Gutachten zum 68. Deutschen Juristentag, München 2010, F 9 («staatliche Gewährleistungsverantwortung für die Stabilität des Finanzmarkts»); UDO DI FABIO, *Die Stabilisierung des Finanzmarktes als Verfassungsproblem*, Die Wirtschaftsprüfung (WPg 2012), 583–586, 583 f.

<sup>140</sup> Zur Finanzstabilität als öffentliches Gut siehe: GEOFFREY R. D. UNDERHILL, *The Public Good versus Private Interests and the Global Financial and Monetary System*, in: Drache (Hrsg.), *The Market or the Public Domain?* London/New York 2001, 274 ff.; DANIEL ZIMMER, *Finanzmarktregulierung – Welche Regelungen empfehlen sich für den deutschen und europäischen Finanzsektor?* Gutachten zum 68. Deutschen Juristentag (DJT), München 2010, G 37; CHRISTIAN TIETJE, *Architektur der Weltfinanzordnung*, in: Tietje et al. (Hrsg.), *Beiträge zum Transnationalen Wirtschaftsrecht*, Heft 109, Mai 2011, 28.

<sup>141</sup> Grundlegend zur Problematik öffentlicher Güter: GEORGE AKERLOF, *The Market for «Lemons»: Quality Uncertainty and the Market Mechanism*, 84 Q J. Econ. (1970) 488 ff., 489 f.

<sup>142</sup> HANS-CHRISTIAN RÖHL, in: Fehling/Ruffert (FN 57), § 18 N 87. Zur allgemeinen Ausdehnung des Vorsorgegedankens in verschiedensten Regelungsgebieten: THIEL (FN 129), 67 ff.

gesetzlichkeiten, die der Finanzmarkt als weitestgehend von der Realwirtschaft abgekoppelter, «artificialer» Markt aufweist.<sup>143</sup> Das entbindet den Staat aber keineswegs davon, die gestützt auf das Vorsorgeprinzip erfolgenden Interventionen rechtsstaatlich und prozedural besonders gut abzustützen.<sup>144</sup>

## 2. Handlungsoptionen

Der Entscheid des Regulators, ob Aktivitäten mit externen Effekten *a priori* verboten werden, oder ob die externen Effekte mittels regulierender Eingriffe internalisiert werden, hängt wesentlich von den involvierten Kosten,<sup>145</sup> aber auch vom Nutzen der fraglichen Tätigkeit für die Allgemeinheit ab. Im vorliegenden Kontext dürfte das Verhängen eines apodiktischen *Verbots* Proportionalitätsüberlegungen kaum standhalten, zumal der Hochfrequenzhandel nachgewiesenermassen auch positive Effekte auf die Marktqualität ausübt.<sup>146</sup> Als wenig wirksam erwiesen hat sich bisher auch der von einzelnen Ländern verfolgte Ansatz einer *Finanztransaktionssteuer*.<sup>147</sup>

Zur präventiven Vermeidung systemischer Ereignisse dürften vielmehr folgende – in Anlehnung an international anerkannte Standards<sup>148</sup> entwickelten – *Risikovorsorgeansätze* zielführend sein:

- Zunächst ist mit geeigneten Regulierungsinstrumenten sicherzustellen, dass Handelssysteme belastbar

sind und auch unter Stressbedingungen einen ordnungsgemässen Handel ermöglichen;<sup>149</sup>

- Weiter sind die bisherigen Handelsregeln zu verschärfen und mit Erlassen anderer Handelsplätze zu harmonisieren, um faire, geordnete Verhältnisse auf den Märkten und Schutz vor Störungen zu gewährleisten;<sup>150</sup>
- Erforderlich sind ausserdem klare Vorgaben zur Vermeidung potentieller Interessenkonflikte von Handelsplätzen;<sup>151</sup>
- Schliesslich ist für systemisch bedeutende Handelsplätze, namentlich für die SIX Swiss Exchange, die Implementierung einer angemesseneren Aufsichtsarchitektur angezeigt.<sup>152</sup>

## 3. Regulatorische Vorgaben für Handelsplätze und Hochfrequenzhändler

### 3.1 Standards zur Gewährleistung belastbarer Systeme

Belastbarkeit und Resistenz sind im von enormen Datenvolumen und ultraschnellen Transaktionsgeschwindigkeiten geprägten Börsenhandel in den Fokus der Regulatoren gerückt. Der Schlüsselbegriff der «*resilience*»<sup>153</sup>, der ursprünglich aus dem Ingenieurwesen stammt, ist – gerade angesichts der sich häufenden technischen Pannen<sup>154</sup> – zum zentralen Attribut funktionsfähiger Handelssysteme geworden: Art. 48 Abs. 1 MiFID II verlangt von Börsenbetreibern explizit, dass sie über Systeme verfügen, welche über «ausreichende Kapazitäten für Spitzenvolumina» verfügen und selbst «unter Stressbedingungen auf den Märkten einen ordnungsgemässen Handel» gewährleisten können. Ähnlich spricht Art. 29 Abs. 1 VE-FinfraG von einem System, das selbst bei sehr grossen Handelsvolumina in der Lage ist, «einen geordneten Handel» zu gewährleisten. Gerade jene Handelsplätze, welche spezifische Dienstleistungen für den Hochfrequenzhandel anbieten, müssen technische Systeme vorweisen, welche Extrembelastungen kapazitätsmässig standzuhalten vermögen.<sup>155</sup> Darüber hinaus sind Sicherheitsdispositive zu entwickeln, um bei dysfunktional agierenden Algorithmen Anomalien im Handel weit möglichst zu verhindern.<sup>156</sup> Aufgrund des hohen Grads an Vernetzung und Komplexität dieser Systeme, sind Massnahmen zur präventiven Vermeidung von Störungen und Ausfällen der Systeme auf verschiedenen Ebenen zu ergreifen und miteinander zu koordinieren:

<sup>143</sup> HÖFLING (FN 139), F 32 f; CALLIESS (FN 132), 120, 139.

<sup>144</sup> Zu den prozeduralen Anforderungen eingehend: CALLIESS (FN 132), 141; HETTICH (FN 129), N 81, 448 ff.

<sup>145</sup> Die ökonomische Theorie geht davon aus, dass der Verursacher i.d.R. eher und meist auch kostengünstiger als die Allgemeinheit oder der Staat dazu in der Lage ist, negative Externalitäten durch geeignete Massnahmen zu verhindern oder sich gegen finanzielle Schäden entsprechend abzusichern.

<sup>146</sup> Vorn, II.2.2.

<sup>147</sup> Eine Finanztransaktionssteuer eingeführt haben bisher Italien, Frankreich, Portugal und Spanien. Ob es gelingt, den Hochfrequenzhandel durch negative finanzielle Anreize (Pigou-Steuer) zu zähmen, ist jedoch fraglich, zumal Abwanderungseffekte in andere Märkte dieses Ziel bisher vereitelt haben. Kritisch dazu: WOLFGANG SCHÖN, Die Finanztransaktionssteuer – ein «fairer Beitrag» des Finanzsektors, ZHR 176 (2012), 261–267, wonach die Transaktionssteuer «eher den Charakter einer Schrotflinte als den eines Präzisionsgewehrs» aufweise. Nach dem Scheitern einer EU-Finanztransaktionssteuer haben anfangs 2013 11 Mitgliedstaaten die freiwillige Einführung einer Finanztransaktionssteuer angekündigt.

<sup>148</sup> Aus Sicht der Schweiz besonders von Bedeutung sind die einschlägigen Standards der IOSCO und der EU, namentlich MiFID II (FN 8) und die Leitlinien der Europäischen Wertpapieraufsichtsbehörde (ESMA) betreffend Systeme und Kontrollen für Handelsplattformen, Wertpapierfirmen und zuständige Behörden in einem automatisierten Handelsumfeld vom 24.2.2012. Dabei gilt es zu beachten, dass eine «unbeabsichtigte» Übernahme internationaler Standards die demokratische Legitimation der entsprechenden Erlasse im Binnenverhältnis schwächt. Umgekehrt wird die Schweiz angesichts des Ziels einer Äquivalenz-Anerkennung durch die Europäischen Behörden gut daran tun, sich relativ nahe an die supranationalen EU-Standards anzulehnen. Zu dieser Problematik: CALLIESS (FN 132), 132 ff.

<sup>149</sup> Hinten, IV.3.1.

<sup>150</sup> Hinten, IV.3.2.

<sup>151</sup> Hinten, IV.3.3.

<sup>152</sup> Hinten, IV.4.

<sup>153</sup> Alessandro Vespignani, Complex networks: The fragility of interdependency, Nature, 464: 984–985 (2010).

<sup>154</sup> Dazu vorn, III.1.2a.

<sup>155</sup> PETER GOMBER, in: Lattemann et al. (FN 18), 93.

<sup>156</sup> PETER GOMBER, in: Lattemann et al. (FN 18), 93.



Durch die Hochfrequenzhändler selber,<sup>157</sup> durch die Betreiber von Börsen und anderen Handelsplattformen und letztlich natürlich auch durch die Aufsichtsbehörden, welche diesen Prozess der präventiven Risikovor-sorge überwachen müssen.

Konstitutive Elemente zur Gewährleistung von Belastbarkeit sind Systemprüfungen und Simulationen, Kapazitäts- und Stress-Tests, sowie Notfallpläne, welche die Kontinuität des Geschäftsbetriebs selbst in aussordentlichen Umständen, wie etwa bei Stromausfall oder Naturkatastrophen, sicherstellen sollen.<sup>158</sup>

### 3.2 Handelsregeln zur Sicherstellung eines geordneten Handelsverlaufs

Getreu dem Prinzip der *Selbstregulierung* räumt Art. 27 Abs. 1 VE-FinfraG den Handelsplätzen bei der Ausgestaltung ihrer Handelsregeln wie bis anhin unter dem BEHG völlig freies Ermessen ein.<sup>159</sup> Dieser Spielraum ist m.E. *partiell zu beschränken*, um sicherzustellen, dass die Handelsregeln inhaltlich den aktuellsten, internationalen Standards gerecht werden. Die nachfolgend erläuterten Instrumente zur Sicherstellung eines geordneten Handels<sup>160</sup> wären deshalb im Sinne von Mindestanforderungen im VE-FinfraG oder allenfalls auf Verordnungsstufe zu erwähnen, mit entsprechender Prüfungs- und Genehmigungspflicht durch die Aufsichtsbehörde.

#### a. Handelsunterbrechungen bei extremen Kursverläufen

Ein zentrales Element zur Verhinderung unvermittelter Kursschwankungen (meist Kursstürzen) sind sog. *«circuit breakers»*. Darunter versteht man bei Eintritt bestimmter Ereignisse<sup>161</sup> automatisch ausgelöste Handelsunterbrechungen, welche fatale Kettenreaktionen zu verhindern suchen. Heute sind derartige Mechanismen weltweit verbreitet;<sup>162</sup> allerdings wurden sie an den US-

amerikanischen Börsen erst nach dem *Flash Crash* flächendeckend eingeführt.<sup>163</sup>

Ange-sichts der weitreichenden Fragmentierung der Märkte ist es zentral, dass Handelsunterbrechungen mit anderen Börsenplätzen *koordiniert* werden.<sup>164</sup> Art. 32 Abs. 2 VE-FinfraG nimmt dieses Anliegen zwar auf und bestimmt, dass nach Veröffentlichung einer Handelseinstellung durch die «Hauptbörse» auch alle anderen Handelsplätze, an denen der fragliche Titel gehandelt wird, den Handel unterbrechen. Diese unilaterale gesetzgeberische Aktion wird aber so lange toter Buchstabe bleiben, bis entsprechende MOU's mit ausländischen Aufsichtsbehörden abgeschlossen werden konnten<sup>165</sup>.

#### b. Verbesserung der Transparenz und Kennzeichnung von Algorithmen

Bis anhin agierten die Hochfrequenzhändler mangels Offenlegungspflichten weitestgehend im Dunklen. Art. 48 Abs. 10 MiFID führt nun aber eine Kennzeichnungspflicht (*«flagging»*) für algorithmisch erzeugte Orders ein. Die Börsenbetreiber sind verpflichtet, diese Daten den Aufsichtsbehörden auf Anfrage hin zugänglich zu machen.<sup>166</sup> Die neuen Offenlegungspflichten dienen zum einen der Aufklärung von Schadenfällen, gewährleisten zum anderen aber auch mehr Transparenz darüber, welche Marktteilnehmer mit welchen Handelsstrategien und -mustern aktiv sind; letzteres dient nicht nur der Disziplinierung der Marktteilnehmer sondern gewährleistet auch eine höhere Diversität von Algorithmen.<sup>167</sup> Schliesslich stellt eine verbesserte Datenlage sicher, dass die Auswirkungen des Hochfrequenzhandels in Zukunft einer vertiefteren wissenschaftlichen Analyse zugänglich sind.

<sup>157</sup> Art. 17 Abs. 1 MiFID II; MiFID II verlangt von Hochfrequenzhändlern die Installierung wirksamer Notfallvorkehrungen, um «mit jeglichen Störungen im Handlungssystem umzugehen».

<sup>158</sup> Siehe dazu etwa Art. 48 Abs. 1 und Abs. 6 MiFID II; Art. 29 Abs. 2 und Art. 11 VE-FinfraG. Ähnlich auch ESMA-Leitlinien (FN 148), 8 f., Leitlinie 1 b), c), d), e).

<sup>159</sup> Art. 27 Abs. 1 VE-Finfrag: «Der Handelsplatz erlässt ein Reglement zur Organisation eines geordneten und transparenten Handels». Im Wortlaut wurde der bisher in Art. 5 BEHG verwendete Begriff des «leistungsfähigen Handels» ersetzt; angesichts der Tatsache, dass Handelsplätze im Zeitalter des Hochfrequenzhandels häufig an Kapazitätsgrenzen stossen, wäre die Betonung der Leistungsfähigkeit des Handels m.E. jedoch essentiell.

<sup>160</sup> Nachfolgend, IV.3.2a – IV.3.2d.

<sup>161</sup> Meist wird eine Volatilitätsunterbrechung bei einem Kursverfall in vordefinierter Höhe ausgelöst. An der SIX Swiss Exchange z.B. erfolgt automatisch eine Handelsunterbrechung von 5 Minuten, falls bei einem am Hauptsegment gehandelten Titel eine Abweichung von mehr als 1,5 % vorliegt (<[www.six-swiss-exchange.com/download/participants/participation/education/trading\\_on\\_ssx\\_2013\\_de.pdf](http://www.six-swiss-exchange.com/download/participants/participation/education/trading_on_ssx_2013_de.pdf)>).

<sup>162</sup> Art. 48 Abs. 5 MiFID II führt nun zu einer EU-weiten Pflicht zur Implementierung von automatischen Handelseinstellungen. Für

eine Übersicht über die an Handelsplätzen weltweit implementierten Mechanismen siehe: WFE (FN 15), Circuit Breaker Survey 2008 (<[www.world-exchanges.org](http://www.world-exchanges.org)>).

<sup>163</sup> Es wird immer wieder vermutet, dass der *Flash Crash* mit funktionierenden circuit breakers hätte vermieden werden können.

<sup>164</sup> GOMBER, in: Lattemann et al. (FN 18), 93. Die fatalen Folgen einer fehlenden Koordination von Handelsunterbrechungen haben sich beim *Flash Freeze* (vorn, FN 80) gezeigt; damals wurde trotz Handelseinstellung an der NYSE auf NASDAQ weiter gehandelt, was die Kurse teilweise bis ins Bodenlose fallen liess. Die Börsenbetreiberin musste in der Folge zahlreiche Mistrades stornieren.

<sup>165</sup> Diese Situation bedauernd: CHRISTIAN KATZ (CEO SIX Swiss Exchange), High Frequency Traders: Makers or Breakers of Markets, World Federation of Stock Exchanges (<<http://www.world-exchanges.org/insight/views/high-frequency-traders-makers-or-breakers-markets>>), insbes. Ziff. 9.

<sup>166</sup> Insbesondere sind nach Art. 48 Abs. 10 MiFID II auch die Personen, welche algorithmisch erzeugte Aufträge initiiert haben, kenntlich zu machen und die für die Auftragsstellung verwendeten Algorithmen offen zu legen.

<sup>167</sup> Zur Bedeutung von Transparenz in diesem Kontext: BREUER/BURGHOF, in Lattemann et al. (FN 18), 97 f.; SORNETTE/VON DER BECKE (FN 55), 20; KIRILENKO/LO (FN 120), 17; VAN AAKEN (FN 133), 338.



In der *Schweiz* sind die regulatorischen Vorgaben zur Sicherstellung von Transparenz weniger entwickelt;<sup>168</sup> eine Anpassung an die Standards von MiFID II wäre deshalb sinnvoll, insbesondere was die Befugnis zur Weiterleitung von Daten an die Aufsichtsbehörde betrifft. Die Verankerung in einem FINMA-Rundschreiben dürfte allerdings den rechtsstaatlichen Vorgaben nicht gerecht werden; für diese neuen Transparenzpflichten müsste deshalb ein geeigneter *sedes materiae* auf angemessener Normstufe bestimmt werden.

### c. Simulationen und Testverfahren für Algorithmen

Bereits seit längerem haben Wissenschaftler auf den Nutzen von Simulationen zwecks Modellierung des Verhaltens von Algorithmen in verschiedenen, realitätsnahen Marktszenarien hingewiesen.<sup>169</sup> Nun führt Art. 48 Abs. 6 MiFID II derartige Testverfahren für Algorithmen verbindlich ein, wobei aus dem Richtlinien text nicht klar hervorgeht, wer diese Tests effektiv durchführt. Vieles spricht dafür, dass die entsprechenden Verfahren unter Mitwirkung mehrerer Parteien ablaufen sollen: Die Hochfrequenzhändler sind ihrerseits zur Durchführung der Tests verpflichtet, wobei der Handelsplatz dafür sorgt, dass eine geeignete Testumgebung zur Verfügung steht. Der anschliessende Bewertungsprozess erfolgt durch eine unabhängige Partei – namentlich durch von der Aufsichtsbehörde eigens dafür bestellte Expertinnen und Experten oder durch Prüfgesellschaften, welche bereits anderweitige aufsichtsrechtliche Aufgaben qua Delegation der Aufsichtsbehörde wahrnehmen.<sup>170</sup> Gegen eine Prüfung und Zertifizierung durch klassische Aufsichtsbehörden sprechen hingegen begrenzte Ressourcen und das Fehlen spezifischen Know How's.<sup>171</sup> Die praktische Implementierung – namentlich die Frage, ob es gelingt, einen unabhängigen Expertenpool zu bilden – wird darüber entscheiden, wie effektiv dieser Regulierungsansatz in der Praxis sein wird; zumindest in der Schweiz würde man mit diesem Regulierungsansatz eine *terra incognita* betreten.<sup>172</sup>

### d. Regeln für ein angemessenes Order-Transaktionsverhältnis

Die sog. «Order-to-Trade-Ratios» (OTRs) sollen gewährleisten, dass die Kapazitäten der Handelssysteme primär für echte Transaktionen zur Verfügung stehen und nicht durch Scheingeschäfte konsumiert werden.<sup>173</sup> Um die Systeme wirksam zu entlasten, sollten die Börsen in ihren Handelsregeln explizit vorschreiben, dass das Verhältnis zwischen Auftragseingaben (d.h. Orders, die möglicherweise wieder storniert werden) und effektiv ausgeführten Transaktionen einen bestimmten Mindestwert nicht überschreiten darf. Sinnvollerweise sollten zudem die Gebührenreglemente negative finanzielle Anreize für eine übermässige Nutzung der Systeme vorsehen.<sup>174</sup> Der VE-FinfrG enthält aktuell noch keine entsprechenden Vorgaben; angesichts der hohen Technik ist eine Regelung auf Gesetzesstufe vermutlich nicht sinnvoll. Dennoch sollte eine aufsichtsrechtliche Genehmigung von Handelsregeln durch die FINMA in Zukunft nur dann erfolgen, wenn diese Aspekte darin angemessen geregelt werden.

### 3.3 Vorgaben zur Minimierung von Interessenkonflikten

Zur Vermeidung von Interessenkonflikten sind Börsenbetreiber dazu zu verpflichten, ihre Dienstleistungen zu Marktbedingungen anzubieten. Der Zugang zu sämtlichen Angeboten der Börse – im Vordergrund stehen namentlich Co-location und Proximity Services – hat jederzeit «fair, nichtdiskriminierend und transparent»<sup>175</sup> zu erfolgen.<sup>176</sup> Art. 16 Abs. 1 VE-FinfrG hat diese internationalen Vorgaben bereits aufgenommen und verpflichtet die Handelsplätze darüber hinaus, ihre Dienstleistungspreise öffentlich bekannt zu machen. In diesem Kontext stellt sich m.E. einzig die Frage, wie bei entsprechenden Dienstleistungsangeboten von Dritten zu verfahren ist, sofern diese zum Börsenbetreiber in vertraglicher Beziehung stehen.<sup>177</sup>

### 4. Komplementäraufsicht (SNB/FINMA) für systemrelevante Handelsplätze

Zur präventiven Vermeidung systemischer Ereignisse im Handel sollte eine auf zwei starken Säulen ruhende Auf-

<sup>168</sup> FINMA-RS 2013/08 (FN 9), N 63: «Beaufsichtigte müssen die wesentlichen Merkmale ihrer algorithmischen Handelsstrategien auf für Dritte nachvollziehbare Art und Weise dokumentieren».

<sup>169</sup> CLIFF/NORTHROP (FN 2), 43, 47. Siehe auch: IOSCO (FN 23), 39.

<sup>170</sup> Für Einzelheiten dazu siehe: ESMA-Leitlinien (FN 148), 12, Leitlinie 2 d).

<sup>171</sup> GOMBER, in: Lattemann et al. (FN 18), 93, mahnt die Aufsichtsbehörden dazu, ihr spezifisches Know How rasch durch das Einstellen von Mitarbeitern mit entsprechendem Fachwissen auszubauen, um sich ein realistisches Bild der mit dem Hochfrequenzhandel verbundenen Risiken zu verschaffen.

<sup>172</sup> Unter geltendem Recht ist bis anhin nur vorgesehen, dass die Hochfrequenzhändler selber geeignete Risikokontrollen und -systeme vorsehen. Dazu: FINMA-RS 2013/08 (FN 9), N 63.

<sup>173</sup> Diese Regeln dienen damit gleichzeitig der Bekämpfung von marktmissbräuchlichen Verhaltensweisen (*Spoofing*, *Layering*, *Quote Stuffing*). Dazu vorn, FN 9.

<sup>174</sup> Vgl. als Beispiel hierfür § 17 Abs. 4 Satz 1 BörsG (eingeführt mit dem Hochfrequenzhandelsgesetz, FN 7); Art. 48 Abs. 9 MiFID II.

<sup>175</sup> Erw. Gr. 62 MiFID II, Art. 48 Abs. 8 MiFID II. Vgl. auch: GOMBER, in: Lattemann et al. (FN 18), 93.

<sup>176</sup> Für allgemeine Vorgaben zum Umgang mit Interessenkonflikten siehe: Art. 47 Abs. 1 (a) MiFID II.

<sup>177</sup> Konkret stellt sich diese Frage etwa dann, wenn entsprechende Dienstleistungen nicht von der SIX Swiss Exchange, sondern etwa von Equinix AG (vorn, FN 60) angeboten werden. Die Frage bedarf der Klärung.

sichtsarchitektur verwirklicht werden: Während sich die Börsenaufsicht nach geltendem Recht auf eine Institutsaufsicht durch die Eidgenössische Finanzmarktaufsicht (FINMA) beschränkt,<sup>178</sup> wäre diese in Zukunft mit einer Systemaufsicht durch die Schweizerische Nationalbank (SNB) zu ergänzen, welche ausschliesslich finanzstabilitätspolitische Ziele verfolgen würde.<sup>179</sup> Dieses aufsichtsrechtliche Komplementärmodell ist alles andere als neu – es gilt bereits heute für Zahlungs- und Effektenabwicklungssysteme, weil der Gesetzgeber diese zwei Arten von Finanzmarktinfrastrukturen bereits unter geltendem Recht als systemisch bedeutend qualifiziert hat.<sup>180</sup> Gegenstand dieser neu einzuführenden Systemaufsicht durch die Nationalbank wären etwa Kapazitäts- und Stress-Tests, welche die technische Robustheit der Handelsplattform gewährleisten sollen, detaillierte Prozesse und Pläne, um den Betriebsfortbestand bei aussergewöhnlichen Ereignissen sicherzustellen und letztlich natürlich auch Notfallpläne<sup>181</sup> für exogene Katastrophen – man denke etwa an eine Zerstörung der Infrastruktur durch Erdbeben oder Stromausfälle.<sup>182</sup>

Welche konkreten Schritte wären erforderlich, um dieses aufsichtsrechtliche Komplementärmodell Realität werden zu lassen? Art. 21 VE-FinfraG müsste dahingehend ergänzt werden, dass auch Börsen – und ggf. andere bedeutende Handelsplätze, wie etwa multilaterale Handelssysteme – unter die *systemisch bedeutsamen Finanzmarktinfrastrukturen* subsumiert werden können. Gerade bei einer bedeutenden Börse wie bei der SIX Swiss Exchange spricht in der Tat Vieles dafür, dass die Indikatoren für Systemrelevanz erfüllt sind.<sup>183</sup> Systemrelevanz wird gemäss FinfraG dann bejaht, wenn die Nichtverfügbarkeit einer Finanzmarktinfrastuktur zu schwerwiegenden Verlusten, Liquiditätsengpässen oder operationellen Problemen bei Finanzintermediären führen oder schwerwiegende Störungen an den Finanzmärkten zur Folge haben kann.<sup>184</sup> Zumindest mit Blick auf die zentrale Funktion der Preisfeststellung für sämtliche Blue

Chips des Finanzplatzes Schweiz nimmt die SIX Swiss Exchange eine quasi-monopolistische Stellung ein; bei einem Ausfall dieser Funktion wäre mit einem nicht unerheblichen Störpotential zu rechnen. Eine *Substitution* durch eine andere europäische Börse – namentlich die Deutsche Börse oder die London Stock Exchange – wäre zwar sicherlich denkbar; doch wäre in der Übergangsphase zweifellos mit grösseren Marktverwerfungen zu rechnen.<sup>185</sup>

Man mag einwenden, dass die bisherigen grossen Pannenfälle ausschliesslich US-amerikanische Börsen betrafen; dieser Einwand kann aber gleich in zweifacher Hinsicht entkräftet werden: Der Hochfrequenzhandel ist in den USA viel verbreiteter als in der Schweiz. Angesichts der Tatsache, dass die SIX Swiss Exchange ihr Handelssystem erst vor kurzem sehr kostenintensiv aufgerüstet hat, um die tiefsten Latenzzeiten der Welt anzubieten, rechnet man für den Hochfrequenzhandel in der Schweiz wohl mit nicht unbeträchtlichen Wachstumsraten, andernfalls sich die Investition kaum gelohnt hätte. Ergo ist nicht auszuschliessen, dass das Handelssystem der SIX in Zukunft mehr belastet und daher auch anfälliger für Pannen wird. Zudem hat es in der Vergangenheit auch an der SIX Pannen gegeben.<sup>186</sup>

Mit Blick auf Verhältnismässigkeitsüberlegungen gilt es schliesslich bedenken, dass die SIX Group, die u.a. die Börse SIX Swiss Exchange betreibt, mit der systemisch orientierten Aufsicht durch die SNB und den dort zu beachtenden Standards bereits bestens vertraut ist, zumal die SNB ja bereits die von der SIX Group betriebenen Zahlungs- und Effektenabwicklungssysteme beaufsichtigt (Art. 19 ff. NBG). Die Einführung einer systemisch orientierten Aufsicht über die SIX Swiss Exchange dürfte somit nur mit einem *geringen Mehraufwand* verbunden sein.

## V. Fazit und Ausblick

Die technologischen Entwicklungen der vergangenen Jahre haben geradezu irreversible, neue Realitäten im Börsenhandel geschaffen: Der Handelsverlauf wird do-

<sup>178</sup> Art. 3 BEHG i.V.m. Art. 1 Abs. 1 lit. e FINMAG.

<sup>179</sup> Anleger-, und Gläubigerschutz sowie der klassische Funktionschutz wären hingegen wie bis anhin durch die FINMA zu gewährleisten.

<sup>180</sup> Art. 19 f. NBG i.V.m. Art. 10<sup>bis</sup> BEHG.

<sup>181</sup> Art. 23 Abs. 1 VE-FinfraG spricht in diesem Kontext von einem «Stabilisierungsplan», in welchem die systemrelevante Finanzmarktinfrastuktur darzulegen hat, «mit welchen Massnahmen sie sich im Fall einer Krise nachhaltig so stabilisieren will, dass sie ihre systemisch bedeutsamen Geschäftsprozesse fortführen kann».

<sup>182</sup> Dazu WEBER (FN 111), 131 f., insbes. mit Blick auf die internationalen Standards zur «Business Continuity».

<sup>183</sup> Auch im Umfeld der SIX Swiss Exchange scheint das Bewusstsein vorhanden zu sein, dass die grösste Schweizer Börse eine potentiell systemrelevante Funktion wahrnimmt. Siehe dazu: WERNER VOGT [ehemaliger Pressesprecher SIX Swiss Exchange], Die Börse ist vielfach vernetzt, in: Die Börse (FN 59), 159–168, 167: «Die Börseninformatiker haben eine beträchtliche Verantwortung eingedenk der Tatsache, dass die Börse und die ihr nachgelagerte Infrastruktur für Finanzplatz Schweiz systemrelevant sind».

<sup>184</sup> Art. 21 Abs. 1 lit. a VE-FinfraG. Zur Problematik der Vernetzung siehe zudem vorn, III.3.2.

<sup>185</sup> Die Empirie hat gezeigt, dass Börsenpannen sehr wohl ein beträchtliches Störpotential aufweisen, das sich in der Vernichtung von Börsenwerten bzw. konkreten Schäden oder in operationellen Problemen von Marktteilnehmern äussern kann – man denke etwa daran, wie viel Schäden allein die fehlenden Transaktionsbestätigungen beim IPO von Facebook angerichtet haben. Zudem kam es bei anderen Börsenpannen, wie etwa beim *Flash Freeze*, zu eigentlichen Marktverwerfungen, weil Störungen auf einer Börse letztlich auf andere Handelsplätze überschwappten. Dazu vorn, III.1.2a. Zur Systemrelevanz von Börsen infolge Vernetzung siehe auch vorn, III.3.2.

<sup>186</sup> So konnte etwa im Januar 2013 der Handel wegen einer technischen Panne erst mit drei Stunden Verzögerung aufgenommen werden. Zu einem grösseren Handelsunterbruch, d.h. einem Blackout aus laufendem Handel, kam es zudem im September 2009.

minierte von automatisierten Prozessen und Maschinen; die menschlichen Interventionsmöglichkeiten haben sich auf ein absolutes Minimum reduziert. Diese Entwicklungen sind alles andere als unumstritten. Doch selbst wenn sich theoretisch durchaus darüber debattieren lässt, ob der Hochfrequenzhandel aus allgemeiner Wohlfahrtsperspektive effektiv als positiv zu beurteilen ist,<sup>187</sup> so gilt es pragmatischerweise doch zu bedenken, dass sich dieses Phänomen nicht einfach – etwa gleich einem unliebsam gewordenen Flaschengeist – wieder aus der Welt schaffen lässt. Der Entscheid über das *quo vadis* im Hochfrequenzhandel berührt verschiedenste, zum Teil eng verflochtene private und öffentliche Interessen.<sup>188</sup>

Selbst wenn die diesbezüglichen Interessenabwägungen diffizil sind, sprechen *Verhältnismässigkeitsüberlegungen* m.E. klar dafür, keine innovationshemmenden, regulatorischen Kehrtwenden zu vollziehen und von drastischen Verboten oder prohibitiven *Pigou*-Steuern abzusehen. Sinnvoll erscheint mir vielmehr ein umsichtiges, möglicherweise schrittweises Vorgehen, welches auch ohne wissenschaftlich erhärtete Gewissheit bereits im heutigen Zeitpunkt griffige Vorkehrungen zur präventiven Vermeidung systemischer Ereignisse im Börsenhandel trifft, deren Angemessenheit im Sinne einer Folgenabschätzung aber in absehbarer Zukunft<sup>189</sup> einer erneuten Prüfung zu unterziehen sind.

Der bevorstehende Erlass des FinfraG bietet eine ideale Gelegenheit, um in einem demokratisch legitimierten Prozess Regeln für einen verantwortungsvollen Umgang mit den durch den Hochfrequenzhandel geschaffenen Risiken zu definieren. Rein präventiv angelegte Regulierungskonzepte für sich allein greifen jedoch zu kurz; denn selbst noch so ausgeklügelte, von Expertengremien und Aufsichtsbehörden überwachte Simulationen und Testverfahren werden den gefürchteten «bug» – den möglicherweise fatalen Fehler im System – nie ganz ausschliessen können. Ein Restrisiko bleibt auch hier. Zur wirtschaftlich sinnvollen und rechtlich praktikablen Bewältigung derartiger «*fat tails*» braucht es eine klare Vorstellung davon, unter welchen Voraussetzungen Schäden kompensiert werden und wer dafür aufkommen muss. Es gilt daher, parallel zur Konkretisierung eines allgemeinen Risikoversorgerechts für den Hochfrequenzhandel ein *adäquates Haftungsregime*<sup>190</sup>, allenfalls ergänzt mit

*versicherungsähnlichen Instrumenten*<sup>191</sup>, zu entwickeln. Damit ist in diesem von Nichtwissen und Ungewissheit beherrschten Thema zumindest eines gewiss: Der Hochfrequenzhandel wird uns alle noch einige Zeit auf Trab halten!

<sup>187</sup> Die wissenschaftliche Basis ist für ein abschliessendes Urteil derzeit wohl noch zu wenig tragfähig.

<sup>188</sup> Das öffentliche Interesse an den von Hochfrequenzhändlern und Börsen getätigten Technologieinvestitionen betonend: RIORDAN, in: Lattemann et al. (FN 18), 95.

<sup>189</sup> Angesichts der Schnellebigkeit der Märkte schiene mir ein Zeithorizont von rund drei Jahren angemessen.

<sup>190</sup> Erste Inspirationen dafür finden sich etwa bei: ROLF H. WEBER, Elektronische Abwicklung von Effektenstransaktionen, in: Wolfgang Wiegand (Hrsg.), E-Banking – Die einzelnen Rechtsgeschäfte, Berner Bankrechtstag, Bd. 9, Bern 2003, 45–74, 64 ff.; DAVID ROSENTHAL, Autonome Informatiksysteme: Wie steht es mit der Haftung, in: Kündig/Bütschi (Hrsg.), Die Verselbständigung des Com-

puters, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung, TA-SWISS 51/2008, Zürich 2008.

<sup>191</sup> So bereits angedacht von: VAN AAKEN (FN 133), 338, die ein dem Einlegerschutzsystem nachgebildetes Konstrukt zur Diskussion stellt.